



TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISIS Pengerukan Kolam Labuh Tanjung Priok

REZKI FAUZIANSYAH

NRP. 04311440000059

Dosen Pembimbing

Haryo Dwito Armono, ST, M.Eng, Ph.D

Dr. Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

**Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT - MO 141326

DREDGING ANALYSIS AT TANJUNG PRIOK PORT BASIN

REZKI FAUZIANSYAH

NRP. 04311440000059

Supervisors

Haryo Dwito Armono, ST, M.Eng, Ph.D

Dr. Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS Pengerukan Kolam Labuh Tanjung Priok

TUGAS AKHIR



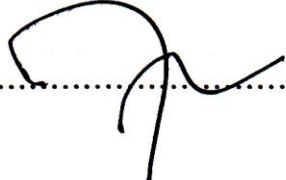


Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Rezki Fauziansyah

NRP. 043114410000059

Disetujui Oleh :

1. Haryo Dwito A., S.T., M.Eng., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. (Pembimbing 2)

3. Sujantoko, S.T., M.T. (Penguji 1)

4. Sholihin, S.T., M.T. (Penguji 2)

5. Dr. Eng. Shade Rahmawati S.T., M.T. (Penguji 3)


Surabaya, Juli 2018

ANALISIS Pengerukan KOLAM LABUH TANJUNG PRIOK

Nama : Rezki Fauziansyah
NRP : 04311440000059
Departemen : Teknik Kelautan FTK - ITS
Dosen Pembimbing : Haryo Dwito Armono ST, M.Eng, PhD
Dr. Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan salah satu pelabuhan terbesar dan tersibuk di Indonesia. Pelabuhan ini memegang peranan penting bagi ekonomi Indonesia. Salah satu permasalahan yang sering terjadi di pelabuhan ini adalah pendangkalan kolam labuh akibat pengendapan sedimen. Hal tersebut dapat menyebabkan terhambatnya kapal yang akan berlabuh.. Oleh karena itu perlu dilakukan pengerukan. Dalam tugas akhir ini ada sembilan kolam labuh di Pelabuhan Tanjung Priok yang ditinjau, yaitu Kolam Dermaga 004, 009, 100, 101 U, 114, 115, 301, 302 dan DKP. Dari rancangan pengerukan, didapatkan kedalaman pada area tersebut mulai dari -8 meter sampai -15 meter. Total area yang dikeruk adalah 134.112,56 m². Perhitungan volume pengerukan menggunakan *software surfer* dan didapat volume sebesar 291.779,7 m³. Kapal yang cocok dipakai di lokasi adalah kapal keruk tipe TSHD dan *Clamshell*. Dari hasil perhitungan, kapal keruk yang paling efektif adalah kapal keruk TSHD tipe C dengan waktu 27 hari dan total sebesar Rp 8.257.759.133,-

Kata kunci : Pengerukan, Pelabuhan Tanjung Priok, kolam labuh, kapal keruk

DREDGING ANALYSIS AT TANJUNG PRIOK PORT BASIN

Name : Rezki Fauziansyah
NRP : 04311440000059
Department : Teknik Kelautan FTK - ITS
Supervisors : Haryo Dwito Armono ST, M.Eng, PhD
Dr. Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Port of Tanjung Priok is one of the largest and busiest port in Indonesia. This port have an important role in economy of Indonesia. One of the problems that often occur in this port is the silting of the basin due to the sedimentation. This may cause deceleration of the ship to be docked. So, it is necessary to dredge the port's basin. In this final project, there are nine basins at Tanjung Priok Port which are reviewed. There are basin at pier 004, 009, 100, 101 U, 114, 115, 301, 302, and DKP. From the dredging design, the depth of the area ranging from -8 meters until -15 meters. The total of area that will be dredged is 113.112,56 m². The calculation of the volume using Surfer software with grid method and obtained total volume of 291.779,7 m³. The dredgers that are suitable to use on this site are TSHD and Clamshell. From the final calculation result, the most effective dredger is the TSHD type C with the duration of 27 days and the total cost is Rp 8.257.759.133,-

Key words : *Dredging, Port of Tanjung Priok, port basin, dredger*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah hirobbil ‘alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Pengerukan Kolam Labuh Tanjung Priok**” dengan baik dan lancar.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi sarjana (S1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Tugas Akhir ini melakukan analisis tentang pengerukan di Kolam Labuh Tanjung Priok, mulai dari perancangan pengerukan, perhitungan volume pengerukan, serta pemilihan kapal keruk yang paling efektif digunakan di Pelabuhan Tanjung Priok dengan meninjau segi durasi dan biaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk evaluasi selanjutnya. Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Terima kasih

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2018

Rezki Fauziansyah

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis mendapat banyak bantuan dari beberapa pihak sehingga proses pengerjaan dapat berjalan dengan lancar. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, baik berupa dukungan moral maupun material.
3. Bapak Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen wali dan dosen pembimbing penulis. Terima kasih karena selalu memberi arahan penulis selama masa perkuliahan serta membimbing penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua penulis. Terima kasih atas ilmu dan bimbingan yang Bapak berikan.
5. Pak Marthen, Pak Andri, Pak Bayu, Pak Agung, Pak Putra, serta seluruh karyawan Divisi Teknik PT. Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok yang telah mengizinkan saya untuk belajar dan mengambil data di sana.
6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Departemen Teknik Kelautan FTK ITS atas bimbingan dan bantuan selama masa perkuliahan.
7. Mas Arsyad yang telah membantu penulis dalam mencari data.
8. Marsa, Qq, Cibot, Ojan, Ian, Grandhis, Yz, Fikri, Berry, Galura, Agoy, RWA dan Mikel yang selalu ada ketika penulis butuh bantuan.
9. Bayu, Pandu, Andy, Adit, Bome, Chyko, dan Maria. Samsusin.
10. Keluarga besar Maelstrom L-32 P-54 yang selalu ada ketika penulis butuh bantuan dan tempat berbagi ilmu.
11. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Semoga semua kebaikan kalian mendapat balasan yang lebih baik dari Allah SWT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Kolam Labuh.....	6
2.2.2 Stabilitas Lereng.....	7
2.2.2.1 Metode Irisan	7
2.2.2.2 Metode <i>Fellenius</i>	8
2.2.3 Sedimentasi	9
2.2.4 Perhitungan Volume.....	10
2.2.5 Pengerukan.....	12
2.2.5.1 <i>Pekerjaan Pengerukan</i>	12
2.2.5.2 Tujuan Pengerukan.....	15
2.2.5.3 Metode Pengerukan.....	15
2.2.6 Kapal Keruk	17
2.2.6.1 Kapal Keruk Mekanis	17

2.2.6.1.1	<i>The Bucket Ladder Dredger</i>	17
2.2.6.1.2	<i>Grab</i> atau <i>Clamshell Dredger</i>	18
2.2.6.1.3	<i>Backhoe Dredger</i>	19
2.2.6.2	Kapal Keruk Hidrolis	20
2.2.6.2.1	<i>Cutter Suction Dredger</i>	20
2.2.6.2.2	<i>The Bucket Wheel Dredger</i>	21
2.2.6.2.3	<i>Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)</i>	21
2.2.7	Pertimbangan Umum Pemilihan Kapal Keruk	22
2.2.8	Perhitungan Biaya dan Waktu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Prosedur Penelitian	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Lokasi Penelitian	31
4.2	Perancangan Pengerukan	31
4.2.1	Desain Kolam Labuh	32
4.2.2	Analisis Stabilitas Lereng	33
4.3	Perhitungan Volume Pengerukan	35
4.3.1	Perhitungan Menggunakan <i>Surfer</i>	35
4.3.1.1	Input Data	36
4.3.1.2	Pembuatan Kontur	37
4.3.1.3	Proses Perhitungan Volume	38
4.3.2	Perhitungan Manual	40
4.3.2.1	Pembagian <i>Station</i>	40
4.3.2.2	Pembuatan <i>Cross Section Area</i>	41
4.3.2.3	Perhitungan Volume Manual	41
4.3.3	Perbandingan Perhitungan Menggunakan <i>Surfer</i> dan Manual	42
4.4	Dasar Pemilihan Kapal Keruk	43
4.4.1	Kapal Keruk TSHD	45
4.4.2	Kapal Keruk <i>Grab / Clamshell</i>	46
4.5	Perhitungan Waktu Pekerjaan Pengerukan	48
4.6	Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengerukan	51
4.6.1	Perhitungan Biaya TSHD A	52
4.6.2	Perhitungan Biaya TSHD B	55

4.6.3	Perhitungan Biaya TSHD C	58
4.6.4	Perbandingan Perhitungan	61
4.7	Perbandingan dan Pemilihan Hasil Akhir	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kolam Labuh Tanjung Priok.....	1
Gambar 2. 1 Metode <i>Grid</i>	11
Gambar 2. 2 Metode <i>Section</i>	12
Gambar 2. 3 Komponen Proses Pengerukan.....	16
Gambar 2. 4 <i>The Bucket Ladder Dredger</i>	17
Gambar 2. 5 <i>Grab Dredger</i>	18
Gambar 2. 6 <i>Backhoe Dredger</i>	19
Gambar 2. 7 <i>Cutter Suction Dredger</i>	20
Gambar 2. 8 <i>The Bucket Wheel Dredger</i>	21
Gambar 2. 9 <i>Trailing Suction Hopper Dredger</i>	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4. 1 Lokasi 9 Kolam Labuh	31
Gambar 4. 2 Penentuan <i>Slope</i> pada Pelabuhan Tanjung Priok	32
Gambar 4. 3 Peta Bathimetri Pelabuhan Tanjung Priok	35
Gambar 4. 4 Proses Ekspor Titik Koordinat	36
Gambar 4. 5 <i>Input Data</i> pada <i>Surfer</i>	37
Gambar 4. 6 Peta Kontur Pada <i>Surfer</i>	37
Gambar 4. 7 Tampak Melintang Peta Kontur	38
Gambar 4. 8 Rancangan Pengerukan pada <i>Surfer</i>	38
Gambar 4. 9 Tampak Melintang Rancangan Keruk.....	39
Gambar 4. 10 Hasil Perhitungan Volume Pengerukan dengan <i>Surfer</i>	39
Gambar 4. 11 Pembagian <i>Station</i> pada Area Keruk	41
Gambar 4. 12 <i>Cross Section Area</i>	41
Gambar 4. 13 <i>Split Hopper Barge</i>	47
Gambar 4. 14 Grafik Durasi Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk	51
Gambar 4. 15 Grafik Biaya Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah	10
Tabel 2. 2. A. Matriks Pemilihan Kapal Keruk Pada <i>Maintenance Dredging</i>	23
Tabel 2. 3 Matriks Pemilihan Kapal Keruk	24
Tabel 4. 1 Data Kapal Terbesar Setiap Kolam.....	32
Tabel 4. 2 Desain Kolam Labuh Setiap Dermaga.....	33
Tabel 4. 3 Data Tanah Setiap Kolam Dermaga.....	33
Tabel 4. 4 SF Setiap Kolam Dermaga.....	34
Tabel 4. 5 Desain Kolam Labuh setiap Dermaga Baru.....	34
Tabel 4. 6 Hasil Semua Perhitungan Volume Pengerukan Menggunakan <i>Surfer</i>	40
Tabel 4. 7 Contoh Perhitungan Volume Manual	42
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Manual Volume Pengerukan	42
Tabel 4. 9 Data Tanah Setiap <i>Bore Hole</i>	43
Tabel 4. 10 Matriks Pemilihan Alat Keruk	45
Tabel 4. 11 Spesifikasi Kapal TSHD yang Digunakan.....	46
Tabel 4. 12 Spesifikasi Kapal Keruk <i>Grab</i>	47
Tabel 4. 13 Spesifikasi <i>Hopper Barge</i>	47
Tabel 4. 14 Waktu Pengerukan Kapal TSHD	49
Tabel 4. 15 Waktu Pengerukan Kapal <i>Grab / Clamshell</i>	50
Tabel 4. 16 Durasi Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk	50
Tabel 4. 17 Biaya Pengerukan Kapal TSHD A	55
Tabel 4. 18 Biaya Pengerukan Kapal TSHD B.....	58
Tabel 4. 19 Biaya Pengerukan Kapal TSHD C.....	61
Tabel 4. 20 Biaya Pengerukan Setiap Kapal Keruk.....	61
Tabel 4. 21 Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Hasil <i>Safety Factor</i> Analisis Stabilitas Lereng Setiap Kolam
Lampiran B	Hasil Perhitungan Volume Pengerukan dengan <i>Software Surfer</i>
Lampiran C	Lokasi Kolam dan Tampilan <i>Cross Section Area</i>
Lampiran D	Perhitungan Volume Pengerukan Manual
Lampiran E	<i>Bore Log</i> Sebagai Dasar Pemilihan Kapal Keruk
Lampiran F	Regresi Perhitungan Biaya Kapal Keruk

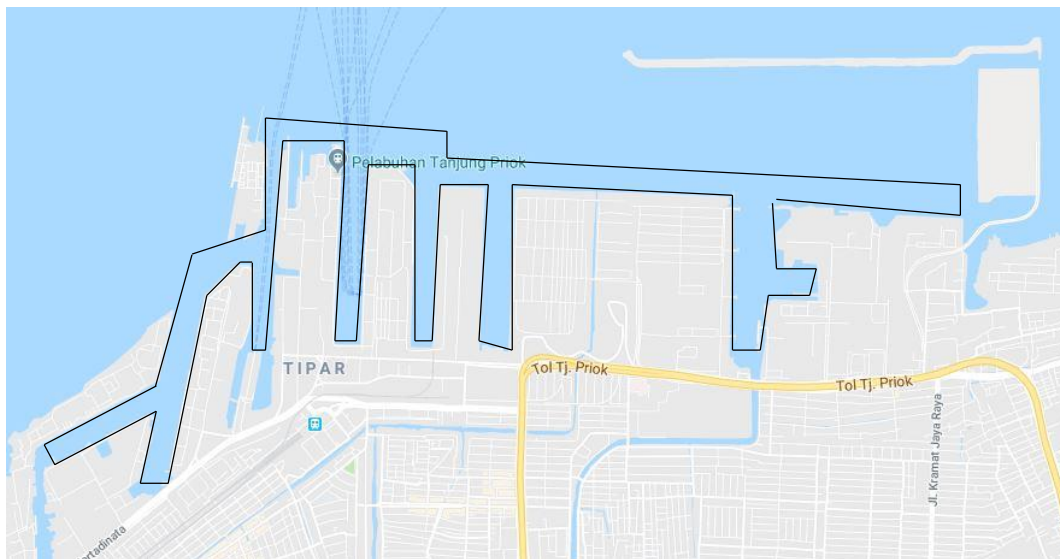
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Sebagai negara kepulauan, Indonesia mempunyai masalah dalam distribusi logistik dan pemerataan pembangunan. Hal ini tentunya dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi dan sosial untuk beberapa daerah yang sulit terjangkau. Salah satu cara untuk mengatasi kesenjangan ini adalah dengan menyediakan sarana transportasi laut yang memadai. Di sinilah peran dan fungsi pelabuhan menjadi sangat penting sebagai sarana penghubung transportasi laut antar pulau.

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan salah satu pelabuhan terbesar dan tersibuk di Indonesia. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pintu gerbang arus keluar masuk barang ekspor-impor, pengiriman barang, dan penyebrangan penumpang antar pulau. Pelabuhan Tanjung Priok menangani lebih dari 30% kargo non-migas serta sekitar 50% kargo umum yang keluar dan masuk ke Indonesia (PT. Pelabuhan Indonesia II, 2018). Sehingga bisa dikatakan Pelabuhan Tanjung Priok memiliki peranan penting bagi perekonomian Indonesia. Pelabuhan Tanjung Priok mempunyai banyak kolam labuh. Berikut adalah wilayah kolam labuh Tanjung Priok.



Gambar 1. 1 Kolam Labuh Tanjung Priok
(Sumber : Google Maps)

Salah satu permasalahan di Pelabuhan Tanjung Priok adalah sedimentasi (Arnita, 2014). Sedimentasi tersebut akan menyebabkan terjadinya pendangkalan pada kolam pelabuhan. Hal tersebut bisa berdampak buruk pada operasional pelabuhan. Di Sulawesi Utara, Pelabuhan Kotabunan yang pernah digunakan oleh kapal-kapal perintis menjadi sepi karena adanya pendangkalan (Ponge, 2016). Lalu di Surabaya, terdapat salah satu perusahaan yang bergerak di bidang galangan kapal yang merugi akibat terjadinya pendangkalan. Hal tersebut menyebabkan pekerjaan di galangan tersebut turun hingga 50 persen (Susilawati, 2017). Apabila pendangkalan dibiarkan terjadi, bukan tidak mungkin Pelabuhan Tanjung Priok akan mengalami permasalahan seperti pelabuhan-pelabuhan lainnya. Oleh karena itu diperlukan pemeliharaan kolam pelabuhan dengan cara pengerukan kolam pelabuhan. Pengerukan dilakukan agar kedalaman kolam labuh tetap terjaga, sehingga kapal akan tetap aman ketika berlabuh.

Hal yang penting dalam pengerukan adalah kapal yang digunakan untuk mengeruk. Kapal tersebut mempunyai jenis yang bermacam-macam. Dengan spesifikasi yang berbeda-beda pula. Alat keruk yang dipakai harus sesuai dengan keadaan area yang akan dikeruk (Palermo, Francingues, & Averett, 2004). Selain itu, biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan pengerukan tidak sedikit. Maka, dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisis kapal apa yang paling efektif untuk digunakan dalam pengerukan di kolam labuh Tanjung Priok.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas di tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana rancangan pengerukan dan total volume sedimen yang akan dikeruk di kolam labuh Tanjung Priok?
2. Kapal keruk mana yang paling efektif digunakan di kolam labuh Tanjung Priok?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui rancangan pengerukan dan total volume sedimen yang akan dikeruk di kolam labuh Tanjung Priok.

2. Mengetahui kapal keruk yang paling efektif untuk digunakan di kolam labuh Tanjung Priok.

1.4 Manfaat

Tugas akhir ini mempunyai manfaat bagi mahasiswa dan perguruan tinggi sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian yang serupa. Manfaat tugas akhir ini bagi perusahaan adalah untuk mengetahui volume sedimen yang akan dikeruk di kolam labuh Tanjung Priok dan mengetahui kapal mana yang paling efektif digunakan untuk pengerukan di lokasi tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder
2. Objek yang ditinjau hanya 9 kolam labuh yang berada di Pelabuhan Tanjung Priok, yaitu Kolam Dermaga 004, 009, 100, 101U, 114, 115, 301, 302, dan DKP
3. Peninjauan dititik beratkan pada pemilihan tipe kapal keruk.
4. Analisis stabilitas lereng mengabaikan pengaruh pasang surut dan arus.
5. Biaya yang diperhitungkan hanya biaya yang dibutuhkan oleh kapal keruk.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah:

BAB I. PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan dari penelitian. Setelah itu terdapat perumusan masalah dan tujuan dari penelitian yang hendak dicapai. Lalu manfaat penelitian bagi pihak mahasiswa, perguruan tinggi, dan perusahaan. Serta terdapat batasan masalah yang membatasi dalam penelitian yang akan dilakukan. Dan terdapat sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bagian ini menjelaskan tentang beberapa teori yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan tentang langkah-langkah penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang hasil pengerjaan tugas akhir dan pembahasannya.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian ini dan saran untuk pihak yang ingin melakukan penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam pengerukan, alat keruk yang dipakai harus sesuai dengan keadaan area yang akan dikeruk (Palermo, Francingues, & Averett, 2004). Tidak semua alat keruk cocok untuk digunakan di sebuah wilayah. Beberapa parameter yang digunakan dalam memilih alat keruk yang cocok digunakan adalah jenis sedimen di wilayah tersebut, kedalaman, volume sedimen pengerukan, area pengerukan, dan lokasi *dumping area*. Berikut beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengerukan yang telah diteliti sebelumnya. Charis (1995) meneliti tentang pemilihan tipe kapal keruk untuk Pelabuhan Probolinggo. Kapal keruk yang dipilih adalah Cutter Section Dredger. Lalu Purmitasari (2014) meneliti tentang pemilihan kapal keruk yang paling efektif digunakan untuk pengerukan di Alur Pelayaran Barat Surabaya. Hasil yang didapat yaitu kapal keruk tipe Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) dengan waktu 11,1 bulan dan biaya sebesar Rp 236.944.223.272,-. Adlin (2017) meneliti tentang pemilihan metode pengerukan di area tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa kapal keruk yang bisa dipakai di lokasi pengerukan tersebut. Lalu dari setiap kapal keruk akan dibandingkan lama durasi dan total biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pengerukan. Setelah itu ditentukan kapal mana yang paling efektif untuk digunakan di area tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar.

Dalam penelitian kali ini, daerah yang akan dijadikan objek adalah Kolam Labuh Tanjung Priok. Akan dilakukan perancangan pengerukan terlebih dahulu, lalu dihitung volume keruknya menggunakan *software* Surfer. Setelah itu akan dilakukan analisis teknis dan ekonomis untuk pemilihan kapal keruk yang paling efektif digunakan di Kolam Labuh Tanjung Priok.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kolam Labuh

Kolam pelabuhan adalah perairan di depan dermaga tempat bersandarnya kapal. Fungsi dari kolam labuh adalah sebagai tempat bersandar kapal selama berada di pelabuhan, agar kapal dapat melakukan proses bongkar muat dengan aman.

Menurut Triatmodjo (2009), kriteria desain kolam labuh harus memenuhi syarat berikut :

- Cukup luas, agar dapat menampung semua kapal yang datang berlabuh dan masih tersedia cukup ruang bebas untuk kapal.
- Cukup lebar, agar kapal dapat melakukan manuver dengan bebas, sebaiknya merupakan lintasan memutar yang tidak terputus
- Cukup dalam, agar kapal dengan DWT terbesar masih dapat masuk pada air surut terendah.
- Harus tenang, agar kapal bisa berlabuh dengan aman dan memudahkan untuk bongkar muat barang

Dalam mendesain kolam labuh harus memperhatikan kapal-kapal yang akan berlabuh di kolam tersebut. Karena dari data itu akan ditentukan ukuran-ukuran teknis dari kolam labuh, seperti kedalaman, lebar dan panjang kolam labuh.

Menurut beberapa sumber, ukuran dari kolam labuh adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman dasar kolam adalah *draft* kapal terbesar yang tertambat ditambah 1 meter

$$d = D + 1 \quad (1)$$

d = Kedalaman kolam (m)

D = Draft kapal terbesar (m)

2. Lebar kolam labuh diukur dengan perhitungan sebagai berikut :

$$b = 2B + (30 \sim 40) \quad (2)$$

b = Lebar kolam labuh (m)

B = Lebar kapal terbesar (m)

3. Panjang kolam labuh dapat diukur dari panjang dermaga pada kolam labuh tersebut. Sedangkan perhitungan panjang dermaga adalah sebagai berikut :

$$L = nLoa + (n+1) \times 10\% \times Loa \quad (3)$$

L = Panjang kolam labuh (m)

Loa = Panjang kapal terbesar (m)

n = Jumlah kapal maksimal yang berlabuh, dengan $n \leq 5$

Kolam labuh harus cukup dalam di setiap waktu. Sehingga patokan kedalaman dalam kolam labuh adalah kedalaman air pada saat surut rendah terendah (LLWL).

2.2.2 Stabilitas Lereng

Lereng berarti kemiringan suatu tanah atau biasa disebut kemiringan slope. Slope merupakan parameter penting untuk penentuan penampang kolam pelabuhan yang mempengaruhi volume pengerukan. Semakin landai slope maka akan semakin stabil, begitu pula sebaliknya. Apabila suatu slope stabil, maka kelongsoran material tanah keruk pada slope tersebut dapat dikurangi. Akan tetapi volume pengerukan di awal akan bertambah. Apabila suatu slope dirancang tidak terlalu landai, maka material tanah keruk pada slope tersebut lebih banyak daripada slope yang landai. Tetapi, volume pengerukan di awal akan lebih sedikit.

Penentuan besaran slope sangat dipengaruhi oleh jenis material yang dikeruk. Oleh karena itu kestabilan slope harus diperhitungkan dalam perencanaan pengerukan. Analisis kestabilan kemiringan tanah tersebut menggunakan data dari hasil survei geoteknik.

Stabilitas lereng sangat dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah untuk menentukan kemampuan tanah menahan tekanan tanah terhadap keruntuhan. Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (limit plastic equilibrium). Adapun maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial.

2.2.2.1 Metode Irisan

Secara umum keruntuhan diasumsikan terjadi akibat adanya pergerakan blok tanah pada suatu permukaan gelincir yang berbentuk lingkaran atau tidak berbentuk lingkaran. Analisis stabilitas lereng metode irisan mengasumsikan keruntuhan terjadi pada permukaan gelincir berbentuk lingkaran. Metode ini merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menganalisis lereng dengan aliran air tidak menentu. Pada metode ini, bagian tanah yang akan longsor dibagi menjadi beberapa irisan. Dari irisan tersebut dapat diketahui parameter-parameter untuk kemudian dihitung faktor keamanannya.

2.2.2.2 Metode *Fellenius*

Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) diperkenalkan pertama kali oleh Fellenius bahwa gaya memiliki sudut kemiringan paralel dengan dasar irisan. Faktor keamanan dihitung dengan keseimbangan momen. Fellenius menganggap gaya – gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor.

Menurut beberapa sumber, salah satunya adalah (Pangemanan, Turangan, & Sompie, 2014) nilai faktor aman pada lereng memiliki ketentuan sebagai berikut

$$SF = \frac{\text{Tegangan yang ada}}{\text{Tegangan penyebab longsor}} \quad (4)$$

dengan:

$SF > 1,5$ = menunjukkan lereng stabil

$SF = 1,5$ = menunjukkan lereng rentan untuk tidak stabil

$SF < 1,5$ = menunjukkan lereng tidak stabil

Menurut *user manual Stability Modeling with SLOPE/W* (2012), rumus untuk menghitung SF adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{\sum [c \beta + N \tan \theta]}{\sum W \sin \alpha} \quad (5)$$

Dengan:

c = kohesi (Kn/m²)

β = panjang alas irisan (m)

N = gaya normal pada irisan ($W \cos \alpha$) (kN)

θ	= sudut geser tanah (<i>friction angle</i>)	(derajat)
W	= berat irisan	(kN)
α	= <i>slice base inclination</i>	(derajat)

2.2.3 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses terbawanya sedimen oleh suatu aliran air yang lalu mengendap pada suatu tempat. Terjadinya sedimentasi dapat dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu teraduknya material kohesif dasar sehingga tersuspensi atau lepasnya material nonkohesif dari dasar laut, perpindahan material secara horizontal, dan kemudian pengendapan kembali material atau partikel sedimen tersebut (Toriq, 2016). Tahapan-tahapan tersebut tergantung dari karakteristik sedimen yang terangkut, sehingga tahapan perpindahan akan berbeda-beda pada tiap sedimen.

Sedimen yang terendap mempunyai beberapa manfaat. Namun apabila sedimen yang terendap terlalu banyak dapat mengakibatkan kerugian. Salah satu contohnya adalah apabila pengendapan sedimen terjadi di kolam pelabuhan. Hal tersebut mengakibatkan pendangkalan pada kolam labuh. Apabila terjadi pendangkalan, kapal akan terganggu ketika melakukan proses bongkar muat. Sehingga perlu dilakukan pengerukan untuk menjaga kedalaman kolam labuh dari sedimentasi.

Sedimen terdiri dari berbagai macam jenis. Dalam hal ini, jenis sedimen berpengaruh terhadap pemilihan kapal keruk yang akan digunakan. Berikut merupakan klasifikasi sedimen berdasarkan diameternya menurut Miedema (2015).

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah

(Sumber : Miedema, 2015)

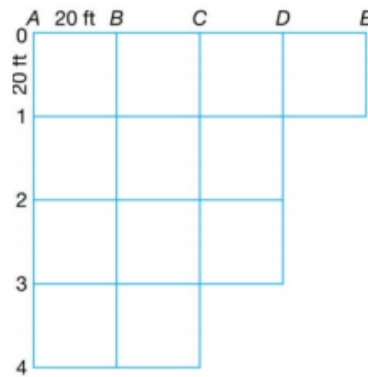
Name of Soil	Diameter Limits (mm)
Clay	<0,002
Fine silt	0,002 – 0,006
Medium silt	0,006 – 0,020
Coarse silt	0,020 – 0,060
Very fine sand	0,060 – 0,100
Fine sand	0,100 – 0,200
Medium sand	0,200 – 0,600
Coarse sand	0,600 – 1,000
Very coarse sand	1,000 – 2,000
Fine gravel	2 – 6
Medium gravel	6 – 20
Coarse gravel	20 – 60
Cobbles	60 – 200
Boulders	>200

2.2.4 Perhitungan Volume

Cut and fill merupakan metode untuk menentukan volume galian atau timbunan tanah pada suatu tempat. Metode ini dapat digunakan untuk menghitung material yang sifatnya padat. Metode ini memiliki prinsip satu luasan dikalikan satu wakil tinggi. Apabila ada beberapa luasan atau beberapa tinggi maka dibuat wakilnya, misalnya dengan merata-ratakan luasan ataupun merata-ratakan tingginya. Dalam tugas akhir ini, metode yang digunakan adalah metode grid dan metode *section*.

1. Metode Grid

Metode grid melakukan perhitungan volume dengan cara membuat wilayah berbentuk kotak-kotak dengan informasi elevasi di setiap sudutnya. Volume didapatkan dengan cara mengalikan tinggi rata-rata pada setiap bagian grid dengan luasan masing-masing grid. Volume totalnya adalah jumlah dari keseluruhan grid. Contoh dari perhitungan *grid* adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Metode *Grid*

(Sumber : Witantono & Ihsan, 2014)

Dari gambar di atas, dapat diambil contoh perhitungan volume pada kotak A-B-0-1 sebagai berikut :

$$V = \left(\frac{h_{A0} + h_{B0} + h_{A1} + h_{B1}}{4} \right) \times l_{AB} \times l_{01} \quad (6)$$

dengan

h_{A0} = tinggi pada titik A0

h_{B0} = tinggi pada titik B0

h_{A1} = tinggi pada titik A1

h_{B1} = tinggi pada titik B1

l_{AB} = panjang A-B

l_{01} = panjang 0-1

2. Metode *Section*

Dalam metode ini, volume pengerukan dicari dengan cara membagi area keruk menjadi beberapa station dengan interval tertentu. Ruang antara 2 *station* disebut dengan *section*. Volume sebuah *section* dicari dengan menghitung rata-rata dari luas sebuah *station* dengan *station* di depannya lalu dikalikan jarak antara *station*.

Rumus untuk mencari volume *section* adalah sebagai berikut :

$$V_i = \left(\frac{A_i + A_{i+1}}{2} \right) \times L \quad (7)$$

Dengan :

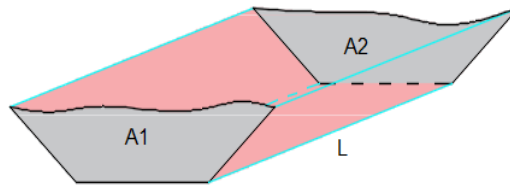
V_i = Volume *section* ke-i (m³)

A_i = Luas *station* ke-i (m²)

A_{i+1} = Luas *station* di depan i (m²)

L = Jarak antara *station* (m)

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada contoh gambar berikut :



Gambar 2. 2 Metode Section

(Sumber : Pribadi)

Dari gambar tersebut didapat rumus untuk menghitung volumenya sebagai berikut:

$$V_1 = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \times L \quad (8)$$

2.2.5 Pengerukan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 tentang pengerukan dan reklamasi, pengerukan adalah pekerjaan mengubah bentuk dasar perairan untuk mencapai kedalaman dan lebar yang dikehendaki atau untuk mengambil material dasar perairan yang dipergunakan untuk keperluan tertentu. Dalam penelitian ini pengerukan dilakukan untuk menjaga kedalaman kolam labuh agar kapal dapat berlabuh dengan aman.

2.2.5.1 Pekerjaan Pengerukan

Pekerjaan pengerukan meliputi dua jenis kegiatan, yaitu pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya tidak dimanfaatkan atau dibuang dan pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya dimanfaatkan. Untuk jenis kegiatan pengerukan yang hasil material keruknya tidak dimanfaatkan adalah

kegiatan pekerjaan pengerukan untuk pendalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan atau untuk keperluan lainnya, antara lain untuk pembangunan dermaga, penahan gelombang, saluran air masuk, pendalaman galangan kapal, dan lain-lain. Sedangkan untuk kegiatan pengerukan yang hasil material keruknya dimanfaatkan adalah kegiatan pekerjaan pengerukan untuk reklamasi dan penambangan.

Selain itu pengerukan dapat dikategorikan dalam dua pekerjaan, yaitu sebagai berikut:

1. Pekerjaan pengerukan awal (*Capital Dredging*)

Pengerukan ini dilakukan pada tanah yang telah lama mengendap. Biasa dilakukan untuk membangun kolam atau alur pelayaran baru, waduk, dan area yang akan digunakan sebagai area industri

2. Pekerjaan pengerukan perawatan (*Maintenance Dredging*)

Pengerukan ini dilakukan pada tanah yang belum lama mengendap. Dilakukan secara rutin dalam jangka waktu tertentu untuk menjaga kedalaman alur atau kolam pelabuhan. Pekerjaan ini juga dilakukan untuk membersihkan *siltation*, yaitu tanah hasil sisa pengerukan sebelumnya. *Siltation* terjadi karena sisi yang dikeruk memiliki kedalaman lebih dalam dari sisi lainnya, sehingga sedimen di sisi lainnya akan jatuh ke sisi yang sudah dikeruk tersebut.

Lalu, pekerjaan pengerukan terdiri dari tiga kegiatan. Yaitu pelaksanaan pengerukan, transportasi material keruk ke lokasi pembuangan dan kegiatan pembuangan material keruk di lokasi pembuangan material keruk (*dumping area*).

Dalam pekerjaan pengerukan harus memenuhi beberapa persyaratan teknis, yaitu sebagai berikut :

1. Desain teknis

Desain teknis terdiri dari :

- *Lay out* (peta batimetri)
- Profil/ potongan memanjang dan melintang
- Lebar alur, luas kolam, dan kedalaman sesuai dengan ukuran kapal yang akan melewati alur pelayaran

- *Alignment* alur-pelayaran
- *Slope/* kemiringan alur-pelayaran
- Hasil survei jenis material keruk
- Lokasi dan titik koordinat geografis area yang akan dikeruk
- Volume keruk

2. Peralatan keruk

Peralatan keruk meliputi jenis kapal keruk *hopper* dan *non-hopper*

3. Metode kerja

Metode kerja memuat hal berikut :

- Tata cara pelaksanaan pekerjaan pengerukan
- Penggunaan peralatan
- Jadwal pelaksanaan pekerjaan pengerukan
- Produktivitas kerja

4. Lokasi pembuangan hasil keruk

Lokasi pembuangan harus memiliki kedalaman lebih dari 20 meter Lws atau jarak dari garis pantai lebih dari 12 mil. Lalu, sedimen hasil pengerukan tidak diperbolehkan dibuang di tempat-tempat sebagai berikut :

- Alur pelayaran
- Kawasan lindung
- Kawasan suaka alam
- Taman nasional
- Taman wisata alam
- Kawasan cagar budaya dan ilmu pengetahuan
- Sepadan pantai
- Kawasan terumbu karang

- Kawasan mangrove
- Kawasan perikanan dan budidaya
- Kawasan pemukiman
- Daerah lain yang sensitif terhadap pencemaran sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

2.2.5.2 Tujuan Pengerukan

Menurut PM Nomor 52 Tahun 2011, Pekerjaan pengerukan dilakukan untuk :

1. Membangun alur-pelayaran dan/atau kolam pelabuhan laut
2. Membangun alur-pelayaran danj atau kolam terminal khusus
3. Memelihara alur-pelayaran dan/atau kolam pelabuhan laut
4. Memelihara alur-pelayaran dan/atau kolam terminal khusus
5. Pembangunan pelabuhan laut
6. Pembangunan penahan gelombang
7. Penambangan
8. Membangun, memindahkan, dan/atau membongkar bangunan lainnya.

Selain itu, pengerukan juga dapat dilakukan untuk hal sebagai berikut :

1. Konstruksi dan reklamasi

Hasil pengerukan berupa material bangunan seperti pasir, kerikil dan tanah liat bisa digunakan untuk konstruksi. Atau bisa juga digunakan untuk menimbun lahan untuk membangun suatu daerah

2. Perbaikan lingkungan

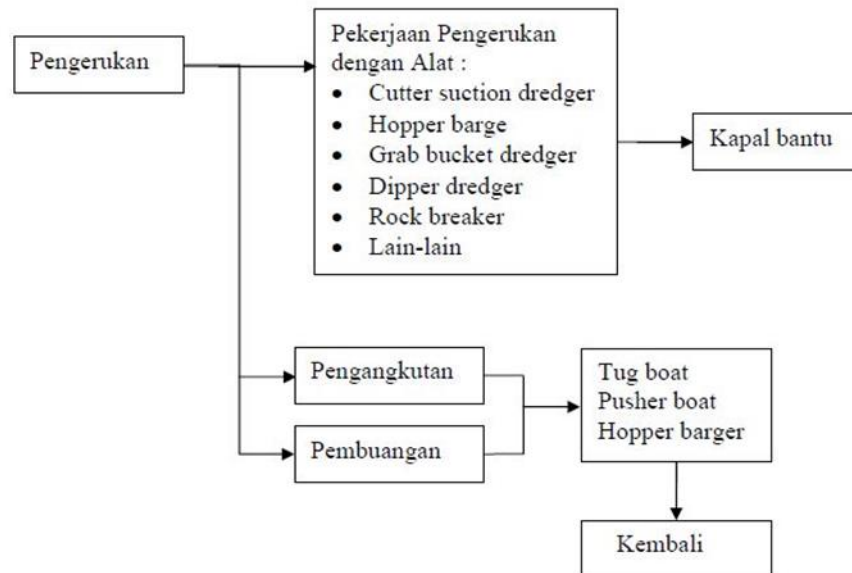
Pengerukan bisa berfungsi untuk menghilangkan polutan pada air

3. Pengendalian banjir

Pengerukan bisa dilakukan untuk memperdalam sungai di daerah rawan banjir, sehingga air di sungai tetap terjaga.

2.2.5.3 Metode Pengerukan

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Departemen Perhubungan, pekerjaan pengerukan secara garis besar dibagi menjadi tiga proses utama, yaitu penggalian, pengangkutan dan pembuangan. Kapal yang dipakai pada masing-masing proses tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Komponen Proses Pengerukan

(Sumber : Departemen Perhubungan, 2006)

Metode pengerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan pengerukan sistem hidrolis, pengerukan dengan cangkram, pengerukan dengan timba dan pengerukan dengan sistem lainnya. Untuk material keruk yang keras, semisal karang, pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan cara penggalian material karang dengan metode mekanikal kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan yang normal, penggalian material karang dengan metode peledakan karang kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan yang normal dan sistem lainnya seperti penggalian material karang dengan metode pemecahan karang melalui gelombang pendek atau *microwave*. Atau bisa juga pemotongan karang dengan menggunakan peralatan tekanan tinggi. Tapi, penggalian material karang dengan metode peledakan ini harus mendapat rekomendasi dari institusi yang berwenang.

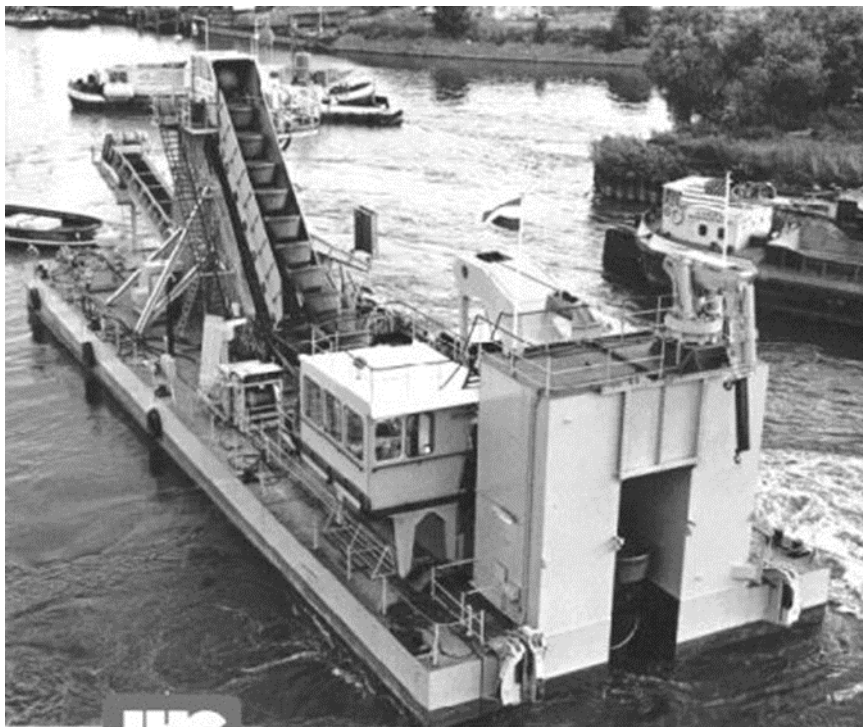
2.2.6 Kapal Keruk

Menurut Vlasblom (2003) kapal keruk dibagi menjadi dua tipe, yaitu kapal keruk mekanis dan kapal keruk hidrolis. Perbedaan antara tipe kapal keruk tersebut adalah cara pengambilan sedimen dari dasar.

2.2.6.1 Kapal Keruk Mekanis

Kapal keruk mekanis mempunyai metode sama dengan peralatan gali di darat. Berikut merupakan kapal keruk yang termasuk ke dalam kapal keruk mekanis:

2.2.6.1.1 *The Bucket Ladder Dredger*



Gambar 2. 4 *The Bucket Ladder Dredger*

(Sumber : Vlasblom, 2003)

The Bucket Ladder Dredger merupakan jenis kapal keruk yang tertua. Bergerak sistematis di atas area keruk dengan menggunakan sistem *mooring lines*. Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai yang berputar. Ukuran dari timba bervariasi, mulai dari 30 liter sampai 1200 liter. Kapasitas keruk tiap jam berkaitan dengan banyaknya timba yang dipakai, kedalaman perairan, dan kecepatan timbanya.

Karakteristik dari kapal keruk ini adalah sebagai berikut :

- Dapat dipakai hampir semua jenis sedimen, mulai batuan sampai tanah lunak.
- Produktivitasnya cukup rendah apabila dibandingkan dengan kapal keruk hidrolis.
- Kontrol kedalaman relatif akurat.
- Mobilitasnya kurang baik.
- Tidak cocok untuk laut dengan kondisi berombak
- Kedalaman maksimal tergantung dari ukuran kapal.

2.2.6.1.2 *Grab atau Clamshell Dredger*



Gambar 2. 5 Grab Dredger
(Sumber : Bray & Cohen, 2010)

Kapal keruk ini terdiri dari *clamshell grab* yang digerakkan oleh *crane*. *Crane* tersebut diletakkan di atas ponton atau *barge* dengan geladak datar. Proses pengerukan dengan *Grab Dredger* adalah sebagai berikut :

1. Menurunkan *grab* ke dasar air
2. Menutup *grab* dengan cara menarik tali pengangkat
3. Pengangkatan dimulai saat timba tertutup rapat
4. Arahkan *grab* ke *barge* pengangkut sedimen keruk
5. Turunkan timba yang terisi ke *barge* tersebut
6. Buka *grab* tersebut.

Karakteristik dari kapal *grab dredger* adalah sebagai berikut :

- Mampu mengeruk dengan akurat di titik yang tepat
- Cocok dipakai di lokasi berpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah.
- Dapat digunakan di area yang sulit diakses di pelabuhan
- Dapat digunakan untuk pengerukan dengan jumlah kecil di berbagai kedalaman
- Produktivitas tergantung pada kekuatan tanah
- Dapat beroperasi tanpa mengganggu kapal lainnya
- Kurang baik dipakai di lokasi berlumpur
- Kapasitas pengerukan relatif kecil

2.2.6.1.3 *Backhoe Dredger*



Gambar 2. 6 *Backhoe Dredger*

(Sumber : Bray & Cohen, 2010)

Backhoe dredger merupakan kapal keruk yang terdiri dari *excavator* darat yang dipasang di salah satu ujung ponton. Ukuran *excavator* dan ember bervariasi dengan sifat material yang akan dikeruk dan kedalaman pengerukan. Hasil kerukan akan diangkat dan dituangkan ke dalam tongkang.

Karakteristik dari *backhoe dredger* adalah sebagai berikut :

- Dapat menggali berbagai macam jenis sedimen, seperti pasir, tanah liat, kerikil, maupun batu.

- Membutuhkan jangkar untuk menempatkan pada posisi pengerukan.
- Posisi dan control kedalaman penggalian akurat.
- Kedalaman dibatasi oleh panjang *excavator*.
- Kecepatan produksi relatif rendah.

2.2.6.2 Kapal Keruk Hidrolis

Kapal keruk hidrolis mengeruk tanah yang bercampur dengan air laut dengan cara dihisap melalui sebuah pipa penghisap. Lalu pipa tersebut mengalirkan ke tempat penimbunan sementara di kapal. Berikut merupakan kapal yang termasuk tipe kapal keruk hidrolis :

2.2.6.2.1 *Cutter Suction Dredger*



Gambar 2. 7 Cutter Suction Dredger

(Sumber : *Damen Shipyards Group*)

Kapal ini bekerja dengan cara menghancurkan material keruk yang berada di dasar lalu dihisap dengan menggunakan pipa penghisap yang terhubung dengan pompa sentrifugal. Karakteristik dari kapal ini adalah sebagai berikut :

- Mampu mengeruk semua jenis sedimen
- Dapat digunakan di pelabuhan, kanal, area reklamasi, dan lain-lain

- Kapasitas produksi cukup tinggi, tergantung ukuran kapal, kapasitas penampung, dan tipe tanah.
- Kurang fleksibel
- Terbatas pada gelombang sedang

2.2.6.2.2 *The Bucket Wheel Dredger*



Gambar 2. 8 *The Bucket Wheel Dredger*

(Sumber : Bray & Cohen, 2010)

Kapal ini mirip dengan *cutter suction dredger*. Dipakai jika ditemukan sampah dalam jumlah besar. Biasanya dipakai di daerah pertambangan.

2.2.6.2.3 *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*



Gambar 2. 9 *Trailing Suction Hopper Dredger*

(Sumber : <https://confluence.qps.nl>)

Kapal ini merupakan kapal keruk yang paling produktif dan paling canggih. Mempunyai *propeller* sendiri, sehingga dapat bergerak sendiri. Cara kerja kapal ini adalah dengan cara menyeret pipa penghisap saat bekerja dan mengisi material yang diisap ke beberapa penampung (*hopper*) di dalam kapal. Jika penampung sudah penuh, maka TSHD akan berlayar ke lokasi pembuangan dan membuang material melalui pintu yang ada di bawah kapal. Karakteristik kapal ini adalah sebagai berikut :

- Mudah pengoperasiannya
- Tidak mengganggu kapal lain selama proses pengerukan
- Dapat bergerak sendiri
- Melakukan semua kegiatan keruk sendiri, dari mengambil material keruk, transport ke area pembuangan, sampai pembuangan material keruk.
- Kapasitas produksi tinggi
- Mampu mengangkut material pada jarak yang jauh
- Membutuhkan kedalaman air yang cukup dalam
- Material keruk yang kohesif sulit dikeluarkan dari *hopper*.

2.2.7 Pertimbangan Umum Pemilihan Kapal Keruk

Pemilihan jenis kapal keruk sangat penting untuk meningkatkan hasil yang lebih efisien dan lebih ekonomis, serta untuk optimalisasi pengerukan. Masing-masing jenis kapal keruk memiliki spesifikasi dan kinerja yang berbeda. Tahapan pemilihan alat keruk terdiri dari dua tahapan, yaitu penentuan tipe alat keruk dan dilanjutkan dengan penentuan kapasitas kapal keruk. Dalam menentukan kapal keruk yang akan dipilih, ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan, antara lain sebagai berikut :

- Kondisi tanah dan material keruk

Dalam menentukan kapal keruk, perlu diperhatikan jenis sedimen dasar di area keruk tersebut. Karena tidak semua kapal keruk mampu untuk mengeruk semua jenis sedimen. Misal *Hopper Dredger* tidak bisa digunakan untuk jenis sedimen batu.

- Kemampuan untuk mengangkut hasil kerukan ke area pembuangan
- Kedalaman area yang akan dikeruk
Kedalaman berpengaruh pada pemilihan kapal keruk. Karena tidak semua kapal keruk bisa digunakan untuk pengerukan di kedalaman tertentu.
- Produktivitas kapal keruk
Produktivitas kapal keruk berpengaruh pada durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerukan. Semakin tinggi produktivitas kapal keruk semakin cepat durasi yang dibutuhkan.

Sebelum menentukan kapal keruk yang paling efektif dalam segi waktu dan biaya, perlu dilakukan pemilihan untuk kapal yang cocok digunakan di area yang ingin dikeruk. Kriteria yang dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

- Jenis material
- Kedalaman awal minimum (m)
- Maksimum kedalaman pengerukan (m)
- Kepadatan lalu lintas kapal (kapal / hari)

Dari kriteria tersebut ditentukan dengan menggunakan matriks sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Matriks Pemilihan Kapal Keruk Pada *Maintenance Dredging*
(Sumber : IPC Corporate University, 2017)

Kondisi Lapangan		Tipe Kapal					
		TSHD Standar	TSHD Kecil	CSD	Bucket Wheel	Grab	Backhoe
Jenis Material	Lumpur Lunak	1	1	1	1	2	2
	Lumpur Padat	1	2	1	1	1	2
	Pasir Halus	1	1	1	1	2	2
	Pasir Medium	1	1	1	1	2	2
	Pasir Kasar	1	2	1	1	2	1
Kondisi Laut	Perairan Tertutup	3	2	1	1	2	2
	Terlindungi	1	1	1	1	1	1
	Terbuka	1	2	3	3	N	3
Lokasi Buang	Darat	2	2	1	1	2	2
	Pantai	1	1	1	1	N	N
	Laut	1	1	N	N	1	1
Volume Pekerjaan	<100.000 m3	2	1	1	1	1	1
	<250.000 m3	1	2	1	1	2	2
	<500.000 m3	1	2	1	1	3	3
	>500.000 m3	1	2	1	1	3	3
Lalu Lintas Padat		1	1	3	3	2	1

Dengan catatan sebagai berikut :

1 = Cocok; 2 = Dapat dioperasikan; 3 = Sulit dioperasikan; N = Tidak dapat dioperasikan.

Selain dari matriks di atas, penentuan kapal keruk juga akan memakai matriks sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Matriks Pemilihan Kapal Keruk
(Sumber : Kementerian Perhubungan, 2017)

Parameter	Rentang Parameter		Suction		Cutter Section	Grab / Clamshell		Backhoe	Dipper	Bucket	
			Trailing	Stationary		Hopper	Non hopper			Wheel	Chain
Jenis Material	Clay (Lempung)	Soft (Lunak)	1	1	3	1	2	2	2	1	1
		Medium	2	2	3	2	2	1	2	2	1
		Stiff (Padat)	3	3	3	3	3	1	1	2	1
	Silt (Lanau)	Loose (Lepas)	1	1	1	2	2	2	3	1	2
		Cohesive (Lengket / Pekat)	1	1	1	1	1	2	3	1	1
	Sand (Pasir)	Fine (Halus)	1	1	1	2	2	2	3	1	1
		Medium	1	1	1	2	2	2	2	1	1
		Coarse (Kasar)	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	Gravel (Kerikil)	Umum	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Batu	Boulders	N	N	3	3	2	1	1	3	2
		Very weak rock	3	3	1	3	3	1	1	2	2
		Weak rock	N	N	1	N	N	1	1	3	3
		Moderately weak rock	N	N	2	N	N	2	2	N	N
		Pretreated rock	3	3	3	3	2	1	1	N	2
Kedalaman Awal Minimum (m)	1				V						
	1,5			V					V		
	2							V			
	3					V	V			V	V
	4	V									
Maksimum Kedalaman Pengerukan (m)	15								V		
	20									V	
	25							V			
	35	V			V						V
	45					V					
	80						V				
Kecepatan Arus Max Melintang Perairan (knot)	0,5			V					V		
	1,5					V	V	V			V
	2		V		V					V	
	3	V									
Tinggi Gelombang Max Perairan (m)	1,5			V		V	V	V	V	V	V
	2				V						
	3	V									
Lalu Lintas Kapal (Kapal / jam)	Rendah	0 - 1,0		V	V				V	V	V
	Sedang	1,0 - 3,0				V	V				
	Padat	> 3,0	V					V			

dengan keterangan sebagai berikut :

1 = Sesuai (*suitable*); 2 = Bisa (*acceptable*); 3 = Masih bisa (*marginal*); N = Biasanya tidak cocok (*not usually suitable*); V = Wajib terpenuhi (*mandatory*).

2.2.8 Perhitungan Biaya dan Waktu

Perhitungan biaya dilakukan mulai dari mobilisasi kapal keruk sampai demobilisasi kapal keruk. Perhitungan ini dilakukan karena biaya yang dikeluarkan untuk pengerukan tidak sedikit. Maka perlu dibuat rencana anggaran biaya (RAB) dalam pengerjaan pengerukan. Menurut Direktorat Kepelabuhan Direktorat Jenderal

Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan (2017), dalam menyusun RAB pengerukan, harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- Waktu pelaksanaan pekerjaan
- Sewa peralatan keruk
- Jarak buang material keruk (*dumping area*)
- Pemeruman (*sounding*)
- Biaya mobilisasi dan demobilisasi
- Sewa *boat service*
- Keuntungan dan *overhead* yang dianggap wajar
- Pelaporan
- Biaya lain untuk menunjang operasional
- Biaya *supervise* / pengawasan

Perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan sangat berkaitan erat dengan perhitungan biaya. Karena perhitungan waktu dan biaya pada pengerukan saling mempengaruhi. Dalam perhitungan waktu pelaksanaan pengerukan dipengaruhi hal-hal sebagai berikut :

- Pekerjaan persiapan
- Volume keruk
- Jenis material keruk
- Jenis dan kapasitas peralatan keruk
- Jarak buang material keruk (*dumping area*)

Menurut Bray, Bates dan Land (1997) dalam perhitungan biaya pengerukan perlu mempertimbangkan *running cost*. *Running cost* merupakan biaya yang dibutuhkan selama pekerjaan pengerukan berlangsung. Adapun yang termasuk ke dalam *running cost* adalah sebagai berikut :

- Bensin

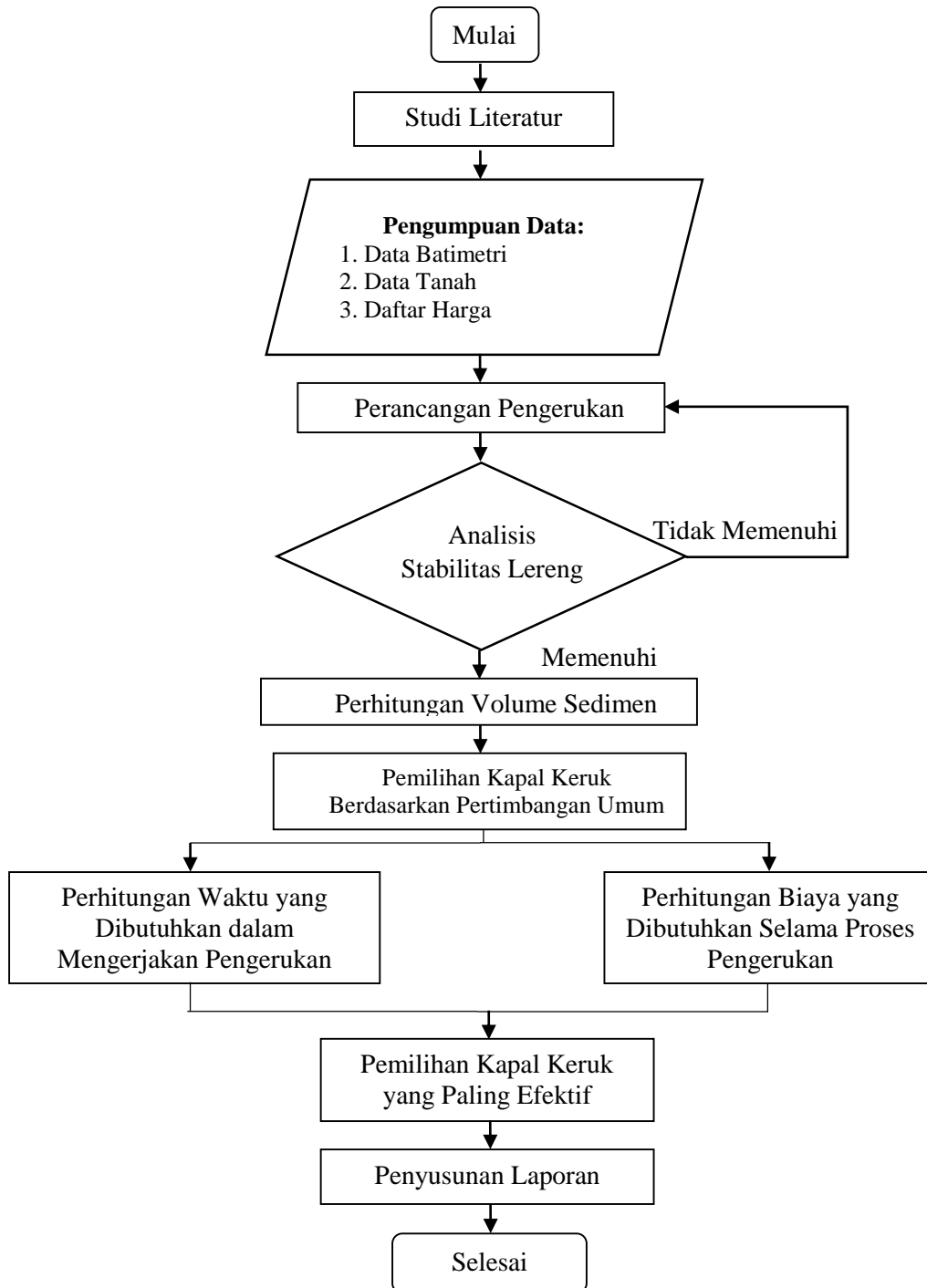
- Pelumas
- *Consumables*
- *Crew*
- Survey
- *Supervision* atau pengawasan
- *Maintenance and running repair*
- *Major repair and overhauling*
- *Wear*
- *Insurance*
- *Overheads*
- *Financial Charges* (berupa depresiasi)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Uraian dari diagram alir di atas adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Di tahapan ini, penulis mempelajari beberapa jurnal dan buku ilmiah yang berhubungan dengan kegiatan pengerukan.

2. Pengumpulan Data

Data yang penulis gunakan adalah data sekunder yang didapat dari hasil pengukuran dan penelitian pihak lain.

3. Perancangan Pengerukan

Di tahap ini, penulis menentukan rancangan area yang akan dikeruk. Dengan ketentuan kedalaman, panjang dan lebar berdasar pada data kapal terbesar pada setiap kolam dermaga.

4. Analisis Stabilitas Lereng

Di tahap ini, penulis akan menganalisis kestabilan lereng dari rancangan area keruk yang telah dibuat. Analisis stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius atau *ordinary*. Apabila lereng stabil akan dilanjutkan menghitung volume pengerukan, apabila lereng tidak stabil maka akan dilakukan perancangan ulang.

5. Perhitungan Volume Sedimen

Di tahap ini, penulis melakukan perhitungan volume sedimen berdasarkan peta batimetri yang ada dengan menggunakan *Software Surfer*. Selain itu, perhitungan volume juga dilakukan dengan cara manual. Perhitungan manual menggunakan *software AutoCad*.

6. Pemilihan Kapal Keruk Berdasarkan Pertimbangan Umum

Di tahap ini, penulis melakukan pemilihan tipe kapal keruk yang memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Tipe kapal mana yang cocok digunakan di area kolam labuh Tanjung Priok. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan waktu dan biaya pada tipe kapal keruk yang terpilih tersebut. Dari masing-

masing tipe kapal keruk yang terpilih akan diambil kapal dengan spesifikasi yang berbeda.

7. Perhitungan Waktu yang Dibutuhkan dalam Mengerjakan Pengerukan

Di tahap ini, penulis melakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan setiap kapal keruk dalam mengerjakan pengerukan. Perhitungan waktu dimulai dari mulainya pengerukan sampai pembuangan sedimen keruk terakhir ke *dumping area*.

8. Perhitungan Biaya yang Dibutuhkan Selama Proses Pengerukan

Di tahap ini, penulis melakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan kapal keruk mulai dari awal sampai selesainya pengerukan.

9. Pemilihan Kapal Keruk yang Paling Efektif

Di tahap ini penulis akan memilih kapal keruk yang paling efektif dalam segi waktu dan biaya dengan beberapa kriteria yang telah ditentukan.

10. Penyusunan Laporan

Pada tahap ini penulis menyusun laporan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

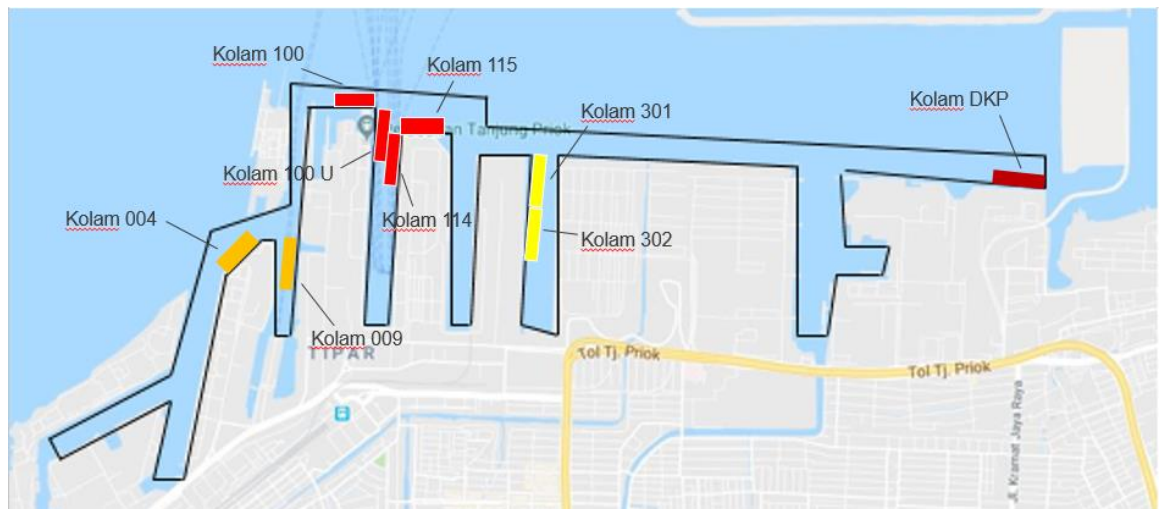
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Pelabuhan Tanjung Priok memiliki kolam labuh dengan luas total 1.033.749 m³. Dengan kedalaman -4m sampai -16mLWS. Terdapat banyak sekali kolam labuh pada Pelabuhan Tanjung Priok. Namun, pada penelitian ini penulis hanya meninjau 9 kolam labuh yang berada di Pelabuhan Tanjung Priok. Hal ini disebabkan karena keterbatasan data yang ada. Kolam labuh yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah Kolam Dermaga 004.PNP, 009, 100, 101 U, 114, 115, 301, 302, dan Dharma Karya Perdana (DKP). Kesembilan kolam labuh tersebut juga sedang dilakukan pengerukan perawatan di tahun 2018 ini. Total luas dari kesembilan kolam labuh tersebut adalah 134.112,56 m². Berikut adalah lokasi sembilan kolam labuh tersebut



Gambar 4. 1 Lokasi 9 Kolam Labuh

4.2 Perancangan Pengerukan

Perancangan pengerukan pada penelitian ini mengikuti perhitungan desain kolam labuh. Perhitungan desain kolam labuh berdasarkan pada data tahunan kapal yang berlabuh di Pelabuhan Tanjung Priok pada tahun 2017. Data tersebut didapatkan dari PT. Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok. Dari data tersebut diambil data kapal terbesar selama tahun 2017 di masing-masing kolam

labuh dermaga. Data kapal terbesar setiap dermaga di tahun 2017 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data Kapal Terbesar Setiap Kolam

Kolam	Nama Kapal	Jenis Kapal	Grt	Loa (M)	Draft (M)	Breadth (M)
100	A	Cargo	10421	134,8	6,8	19,6
101 U	B	Cargo	22852	177,85	14	29
004	C	Container	5320	115,36	9	18
114	D	Cargo	31598	190	14	32
115	E	Cargo	9593	120	14	21
301	F	Container	36007	231	12,8	31
302	G	Container	28592	222,17	12,6	30
009	H	Container	11810	145	8.81	25
DKP	I	Tanker	8562	128.6	8.9	20

4.2.1 Desain Kolam Labuh

Setelah mengetahui kapal terbesar pada setiap dermaga, maka langkah selanjutnya adalah menentukan desain kolam labuh pada setiap kolam dermaga. Caranya dengan mencari kedalaman, panjang, lebar dan kemiringan (*slope*) rancangan kolam labuh tersebut. Penentuan kemiringan pada rancangan desain kolam labuh ini diambil berdasarkan Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan Dan Reklamasi Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Departemen Perhubungan tahun 2006.

DAFTAR SLOPE (KEMIRINGAN Pengerukan) DAN SILTATION RATE (PROSENTASE PENDANGKALAN KEMBALI)

NO	LOKASI ALUR Pengerukan	SLOPE	SITATION RATE (%)		KETERANGAN
			ALUR (%)	KOLAM (%)	
1	2	3	4	5	6
01.	BELAWAN	1 : 5	15	10	
02.	JAMBI	1 : 8	20	10	
03.	PONTIANAK	1 : 6	20	-	
04.	KETAPANG	1 : 5	15	10	
05.	TG. PRIOK	1 : 1	5	20	
06.	JUWANA	1 : 8	25	-	
07.	SUNDA KELAPA	1 : 4	10	5	
08.	KUALA LANGSA	1 : 7	10	-	
09.	SAMARINDA	1 : 6	20	10	
10.	BANJARMASIN	1 : 8	30	-	
11.	SEMERANG	1 : 4	10	5	

Gambar 4. 2 Penentuan *Slope* pada Pelabuhan Tanjung Priok

(Sumber : Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Departemen Perhubungan, 2006)

Dari perhitungan berdasarkan data kapal terbesar pada setiap dermaga, didapatkan hasil desain kolam labuh sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Desain Kolam Labuh Setiap Dermaga

Nama	Panjang (m)	Dalam (m)	Lebar (m)	<i>Slope</i>
100	107	8	74	1 : 1
101 U	195,1	15	88	1 : 1
004.PNP	132,61	10	66	1 : 1
114	207,25	15	94	1 : 1
115	137,25	15	72	1 : 1
301	248,25	13,8	92	1 : 1
302	239,42	13,6	90	1 : 1
009	162,25	9,81	80	1 : 1
DKP	145,85	9,9	70	1 : 1

4.2.2 Analisis Stabilitas Lereng

Setelah mengetahui desain kolam labuh di setiap kolam dermaga, perlu dilakukan analisis stabilitas lerengnya juga. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah kemiringan pada desain mampu menahan longsor atau tidak. Untuk menghitung stabilitas lereng diperlukan data tanah berupa *density*, kohesi, dan sudut geser dalam tanah. Dari data yang didapat dari perusahaan, berikut adalah data tanah setiap kolam dermaga.

Tabel 4. 3 Data Tanah Setiap Kolam Dermaga

Nama	Wet Density (Kn/m ³)	Dry Density (Kn/m ³)	Cohesion (kn/m ²)	Sudut geser
100	15,46	9,28	16,64	11,37
101 U	15,46	9,28	16,64	11,37
004.PNP	13,64	6,63	7,79	9,62
114	15,46	9,28	16,64	11,37
115	15,46	9,28	16,64	11,37
301	15,07	8,88	40,3	17,17
302	15,07	8,88	40,3	17,17
009	13,64	6,63	7,79	9,62
DKP	15,12	8,67	19,91	13,817

Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini menggunakan *software* GeoStudio 2018 *Student Version* dengan analisis Slope/W. Analisis menggunakan metode *ordinary*. Hasil akhir dari analisis stabilitas lereng adalah sebuah *safety factor* untuk mengetahui aman atau tidaknya lereng tersebut. Menurut beberapa sumber, lereng dikatakan aman apabila memiliki $SF > 1,5$.

Dalam penelitian ini, analisis stabilitas lereng menggunakan irisan dengan metode *Fellenius*. Dari perhitungan, didapatkan *safety factor* (SF) dari setiap dermaga sebagai berikut:

Tabel 4. 4 SF Setiap Kolam Dermaga

Nama	SF
100	18,558
101 U	3,046
004.PNP	3,668
114	4,095
115	4,095
301	16,506
302	16,506
009	6,089
DKP	5,205

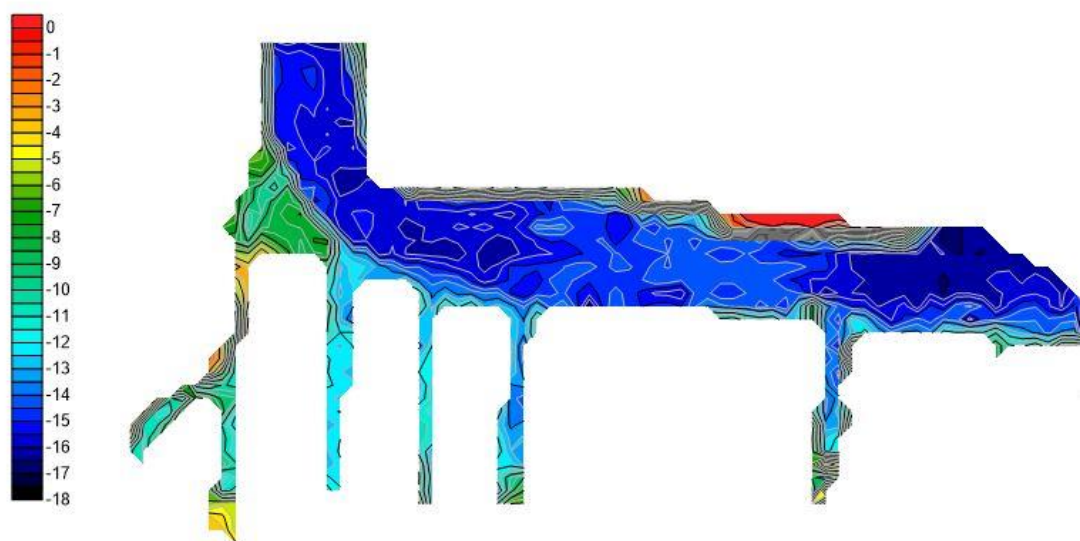
Dari tabel 4.4 didapatkan bahwa *safety factor* semua kolam dermaga lebih dari 1,5. Itu berarti desain kolam labuh aman. Namun, terdapat angka *safety factor* yang sangat besar pada kolam 100, 301 dan 302 yang berarti kurang optimal. Sehingga dilakukan perancangan ulang pada kolam tersebut. Pada perancangan ulang digunakan kemiringan sebesar 90° dan didapatkan *safety factor* yang masih aman untuk kolam tersebut. Sehingga rancangan menjadi seperti berikut

Tabel 4. 5 Desain Kolam Labuh setiap Dermaga Baru

Nama	Panjang (m)	Dalam (m)	Lebar (m)	Slope	SF
100	107	8	74	90°	14,836
101 U	195,1	15	88	1 : 1	3,046
004.PNP	132,61	10	66	1 : 1	3,668
114	207,25	15	94	1 : 1	4,095
115	137,25	15	72	1 : 1	4,095
301	248,25	13,8	92	90°	13,198
302	239,42	13,6	90	90°	13,198
009	162,25	9,81	80	1 : 1	6,089
DKP	145,85	9,9	70	1 : 1	5,205

4.3 Perhitungan Volume Pengerukan

Dalam menghitung volume pengerukan, dibutuhkan data bathimetri. Data bathimetri digunakan untuk mengetahui kedalaman di area yang akan dikeruk. Data bathimetri yang digunakan harus sudah terkoreksi dengan data pasang surut, agar didapat data bathimetri pada dari LWS. Data bathimetri yang dipakai dalam penelitian ini adalah data bathimetri Pelabuhan Tanjung Priok pada tahun 2017 yang telah dikoreksi dengan data pasang surut. Berikut adalah gambar peta bathimetri Pelabuhan Tanjung Priok



Gambar 4. 3 Peta Bathimetri Pelabuhan Tanjung Priok

(Sumber : Divisi Teknik dan Sistem Informasi IPC Tanjung Priok)

Dalam penelitian ini, penulis membagi peta bathimetri keseluruhan tersebut ke dalam beberapa area sekitar kolam dermaga yang akan diteliti. Hal itu bertujuan untuk mempermudah perhitungan. Perhitungan volume keruk menggunakan *software* Surfer dan perhitungan manual.

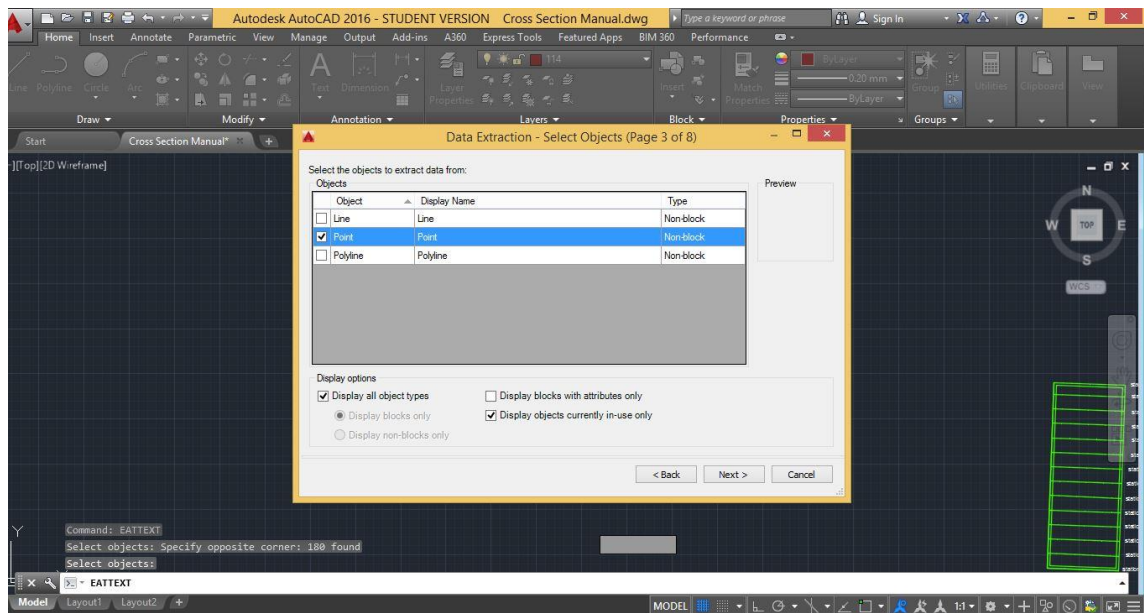
4.3.1 Perhitungan Menggunakan Surfer

Software yang digunakan untuk menghitung volume pengerukan adalah *software* Surfer. *Software* Surfer menyediakan *free trial* kepada pengguna barunya selama 2 minggu. *Surfer* adalah sebuah *software* yang berfungsi untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi. *Software* ini juga bisa melakukan

perhitungan volume *cut and fill* dengan menggunakan data *surface* atas dan *surface* bawah.

4.3.1.1 Input Data

Untuk menginput data bathimetri ke *surfer* harus menggunakan titik koordinat XYZ. Untuk mendapatkan titik koordinat XYZ dari data bathimetri di *Autocad* bisa dengan menggunakan perintah EATTEXT. Perintah tersebut dapat mengekspor data bathimetri berupa *point* ke dalam data koordinat XYZ. Caranya dengan memilih area yang akan diekspor. Lalu akan ada pilihan bagian mana yang ingin diekspor, centang hanya pada bagian *point*. Lalu pilih format file *output* dari proses tersebut. *Output* titik koordinat tersebut bisa berupa format .xyz, .txt, dan .xls. Dalam penelitian ini penulis memilih untuk mengekspor ke dalam format .xls.



Gambar 4. 4 Proses Ekspor Titik Koordinat

Setelah mendapatkan titik koordinat XYZ di area yang ditentukan, langkah selanjutnya adalah membuka modul *worksheet* pada *surfer*. Masukkan data koordinat hasil proses sebelumnya ke dalam *worksheet surfer*. Dengan ketentuan kolom A adalah koordinat X, kolom B adalah koordinat Y, dan kolom C adalah koordinat Z. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di gambar berikut

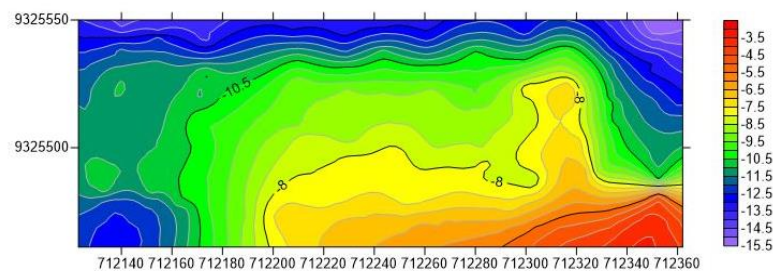
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	712318.33	9325507.9	-7.66										
2	712319.08	9325505.3	-7.59										
3	712317.52	9325510.6	-7.64										
4	712316.73	9325516.4	-7.23										
5	712316.87	9325513.4	-7.63										
6	712319.7	9325503.1	-7.24										
7	712319.83	9325495.2	-7.05										
8	712320.52	9325493.7	-6.96										
9	712319.74	9325497.0	-7.12										
10	712319.8	9325500.9	-7.07										
11	712319.66	9325498.8	-7.17										
12	712316.82	9325519.2	-7.06										
13	712315.72	9325543.8	-11.44										
14	712316.07	9325540.6	-10.77										
15	712299.71	9325544.4	-12.62										
16	712299.86	9325537.8	-11										
17	712299.51	9325541.2	-11.78										
18	712316.43	9325537.5	-9.74										
19	712317.19	9325525.2	-7.44										
20	712317.15	9325522.2	-7.15										
21	712317.34	9325528.3	-8.25										
22	712316.99	9325534.5	-9.45										
23	712317.06	9325531.3	-8.99										

Gambar 4. 5 Input Data pada Surfer

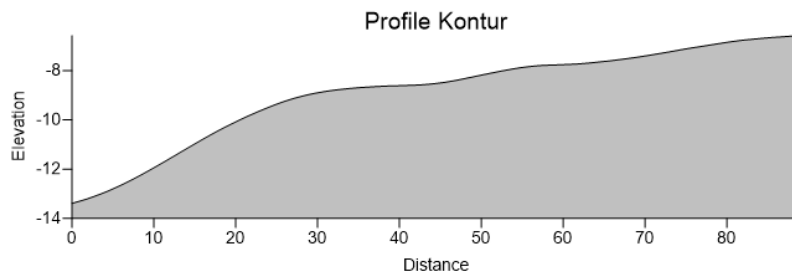
Lalu simpan data tersebut ke dalam format .dat untuk selanjutnya dilakukan proses *gridding*. Selanjutnya masuk ke pembuatan kontur.

4.3.1.2 Pembuatan Kontur

Setelah mempunyai file titik-titik koordinat berupa .dat langkah selanjutnya adalah melakukan *gridding* data. *Gridding* berfungsi untuk menghasilkan garis-garis interpolasi antara titik-titik koordinat yang akan memberikan gambaran garis-garis kontur. Proses *gridding* dapat dilakukan dengan memilih perintah *grid data*. Lalu pilih file hasil proses sebelumnya berupa .dat file. Setelah proses *gridding* selesai, akan diperoleh file dengan format .grd. File tersebut yang akan digunakan untuk penggambaran kontur. *Grid* yang digunakan adalah 1 : 1. Untuk membuka file tersebut menggunakan perintah *Countour* pada *surfer* lalu pilih file tersebut. Lalu akan keluar kontur seperti berikut



Gambar 4. 6 Peta Kontur Pada Surfer

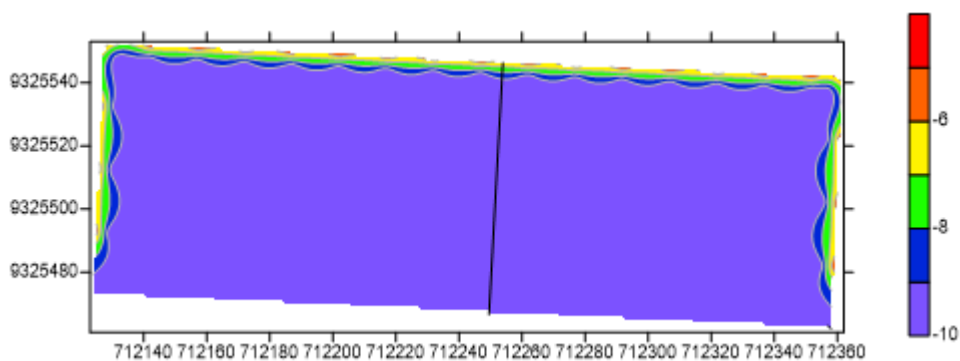


Gambar 4. 7 Tampak Melintang Peta Kontur

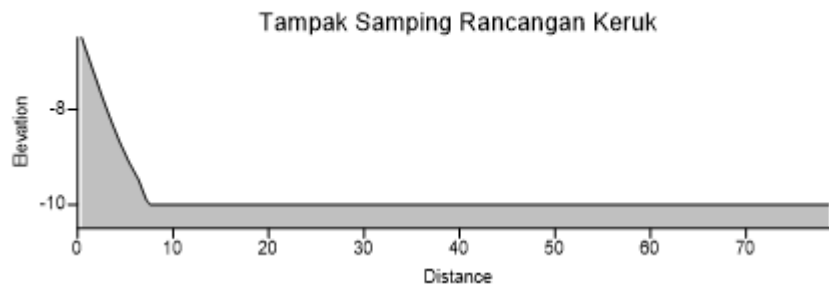
4.3.1.3 Proses Perhitungan Volume

Perhitungan volume pada *surfer* menggunakan prinsip *overlaying*, yaitu pengurangan batas atas dan batas bawah. Untuk batas atas memakai data kontur *eksisting*, sedangkan untuk data bawah menggunakan data rancangan pengerukan.

Untuk membuat data rancangan pengerukan yang bisa dipakai di *surfer*, langkah yang dilakukan sama seperti membuat peta kontur. Pertama adalah membuat rancangan pengerukan di *Autocad*. Lalu dari rancangan pengerukan tersebut dibuat titik-titik koordinat yang sesuai dan mengeksport data titik koordinat tersebut ke dalam bentuk XYZ. Lalu input data tersebut ke dalam *surfer*. Lalu lakukan proses *gridding* dan didapat file dengan format *.grd*. Hasilnya bisa dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 8 Rancangan Pengerukan pada Surfer



Gambar 4. 9 Tampak Melintang Rancangan Keruk

Setelah mempunyai file kontur *eksisting* (batas atas) dan rancangan pengerukan (batas bawah), yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung volume pengerukannya. Caranya dengan menggunakan perintah *volume* pada tab *grids*. Pada *upper surface* masukkan file kontur *eksisting* dan pada *lower surface* masukkan file rancangan pengerukan yang telah dibuat. Lalu akan keluar hasil perhitungan seperti pada gambar di bawah ini

Volumes	
Z Scale Factor:	1
Total Volumes by:	
Trapezoidal Rule:	3612.4407584089
Simpson's Rule:	3597.3666069591
Simpson's 3/8 Rule:	3605.3362025916
Cut & Fill Volumes	
Positive Volume [Cut]:	21173.16454199
Negative Volume [Fill]:	17560.723783581
Net Volume [Cut-Fill]:	3612.4407584089

Gambar 4. 10 Hasil Perhitungan Volume Pengerukan dengan *Surfer*

Volume yang dipakai adalah volume *cut*, karena volume *cut* merupakan volume area yang berada di atas rancangan pengerukan atau bisa juga disebut dengan sedimentasi. Sedangkan volume *fill* adalah volume area kosong yang berada di bawah rancangan pengerukan atau bisa juga disebut dengan erosi.

Berdasarkan ketentuan perusahaan terkait, dalam memperhitungkan volume pengerukan di Pelabuhan Tanjung Priok harus ditambahkan volume *siltation* sebesar 5%. *Siltation* adalah endapan tanah yang terbawa oleh air, atau dengan kata lain ketika sedang dilaksanakan pengerukan, 5% dari volume pengerukan yang

diangkut akan jatuh kembali ke dasar sehingga perlu dihitung volumenya juga. Hasil perhitungan seluruh kolam dermaga dengan menggunakan *software surfer* bisa dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 6 Hasil Semua Perhitungan Volume Pengerukan Menggunakan *Surfer*

Nama	Volume (m ³)	Resiltation (5%)	Total (m ³)
100	2783,55	139,18	2922,73
101 U	64248,27	3212,41	67460,68
004.PNP	16437,12	821,86	17258,98
114	64644,10	3232,21	67876,31
115	47084,81	2354,24	49439,05
301	34542,99	1727,15	36270,14
302	24496,42	1224,82	25721,24
009	2474,99	123,75	2598,74
DKP	21173,16	1058,66	22231,82
Total			291.779,70

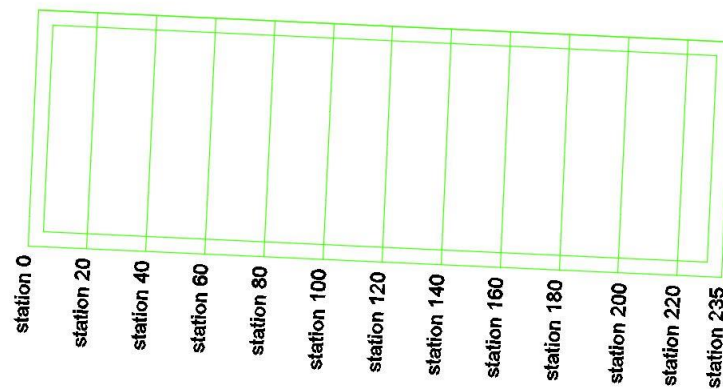
Jadi, hasil perhitungan volume pengerukan dengan menggunakan *surfer* adalah sebesar 291.779,7 m³

4.3.2 Perhitungan Manual

Dalam perhitungan manual, penulis menggunakan *AutoCad* untuk mempermudah perhitungan. Metode yang digunakan dalam perhitungan manual seperti menghitung sebuah volume prisma, namun luas bawah dan atasnya berbeda. Sehingga perhitungannya menjadi rata-rata luas bawah dan atas dikalikan dengan jarak. Perhitungan dilakukan terpisah pada setiap kolam dermaga, karena rancangan area keruk setiap kolam dermaga berbeda-beda.

4.3.2.1 Pembagian *Station*

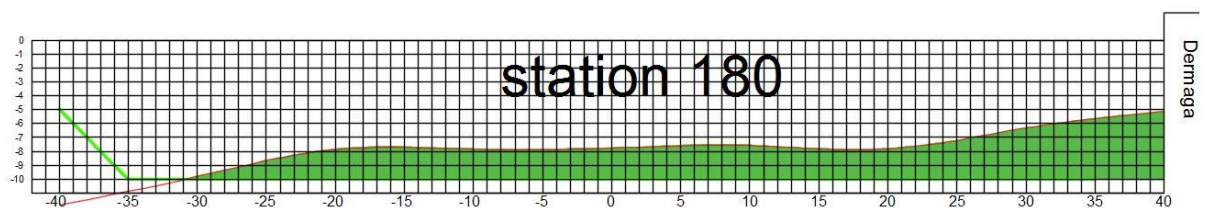
Langkah pertama dalam perhitungan manual yaitu membagi area rancangan keruk menjadi beberapa *station*. Semakin rapat jarak antara *station* maka semakin teliti hasil hitungan. Jumlah *station* di setiap kolam dermaga berbeda-beda tergantung dari panjang area keruknya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan jarak antara *station* sebesar 20m.



Gambar 4. 11 Pembagian *Station* pada Area Keruk

4.3.2.2 Pembuatan *Cross Section Area*

Setelah dibagi menjadi beberapa *station*, langkah selanjutnya adalah membuat tampak melintang dari masing-masing *station*, atau biasa disebut *Cross Section Area*. Pembuatan *Cross Section Area* dibantu menggunakan data kontur yang ada untuk mengetahui kedalaman sepanjang *station* tersebut. Pembuatan *Cross Section Area* bertujuan untuk mengetahui luas area di masing-masing *station* yang selanjutnya akan dihitung untuk mengetahui volume pengerukan pada area tersebut. Pada gambar di bawah, area berwarna hitam merupakan luas pada *station* 160



Gambar 4. 12 *Cross Section Area*

4.3.2.3 Perhitungan Volume Manual

Setelah mendapatkan *cross section area* pada setiap *station* maka dapat dihitung volume pengerukan pada rancangan area tersebut. Seperti yang disebut di awal, cara menghitung volumenya adalah rata-rata luas *station* awal dan *station* setelahnya, lalu dikali dengan jarak. Dalam perhitungan ini jaraknya adalah 20m

(namun di *station* akhir jaraknya berbeda karena panjang area keruk tidak habis dibagi 20). Contoh perhitungan dapat dilihat di tabel berikut

Tabel 4. 7 Contoh Perhitungan Volume Manual

Dermaga DKP		
Station	Luas (m ²)	Volume (m ³)
0	0	
20	0	0
40	0	0
60	21,5325	215,325
80	88,2647	1.097,972
100	105,6646	1.939,293
120	119,1497	2.248,143
140	115,1714	2.343,211
160	122,0873	2.372,587
180	174,0885	2.961,758
200	168,1108	3.421,993
220	122,1732	2.902,84
235	122,2776	1.833,381
Total		21.336,503

Volume di *station* 20 merupakan volume di area antara *station* 0 dan *station* 20. Begitupun selanjutnya sampai pada *station* terakhir. Lalu hasil perhitungan volume setiap dermaga ditambahkan *siltation* sebesar 5%. Hasil perhitungan total seluruh kolam dermaga bisa dilihat di tabel berikut

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Manual Volume Pengerukan

Dermaga	Volume (m ³)	Siltation (5%)	Total (m ³)
100	2.757,07	137,85	2.894,93
101 U	68.338,81	3.416,94	71.755,75
004 PNP	17.310,63	865,53	18.176,16
114	55.029,08	2.751,45	57.780,53
115	49.510,10	2.475,51	51.985,61
301	35.632,51	1.781,63	37.414,13
302	25.584,49	1.279,22	26.863,71
009	4.350,12	217,51	4.567,62
DKP	21.336,50	1.066,83	22.403,33
		Total	293.841,76

Sehingga didapat volume pengerukan apabila dihitung secara manual sebesar 293.841,76 m³

4.3.3 Perbandingan Perhitungan Menggunakan *Surfer* dan Manual

Dari hasil perhitungan *surfer* didapat volume total pengerukan adalah 291.779,7 m³, sedangkan pada perhitungan manual didapat hasil volume total

pengerukannya sebesar 293.841,76 m³. Selisih dari hasil perhitungan tersebut sebesar 2.062,06 m³. Perbedaan hasil perhitungan bisa disebabkan oleh perbedaan jarak antara titik yang ditinjau. Dalam perhitungan *surfer* menggunakan *grid* dengan ukuran X = 1 dan Y = 1. Sedangkan pada perhitungan manual, jarak station yang dihitung adalah 20 m. Karena hasil perhitungan menggunakan *surfer* lebih teliti, maka yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah hasil perhitungan *surfer* yaitu sebesar 291.841,7 m³.

4.4 Dasar Pemilihan Kapal Keruk

Dalam penelitian ini, ada beberapa hal yang menjadi parameter dalam pemilihan kapal keruk yang akan digunakan. Parameter tersebut berdasarkan pada matriks pemilihan kapal keruk milik perusahaan yang ditampilkan oleh tabel 2.2 dan matriks pemilihan kapal keruk menurut kementerian perhubungan yang ditampilkan oleh tabel 2.3. Kedua matriks tersebut digabungkan dengan menyesuaikan data yang ada. Parameter-parameter yang akan dipertimbangkan adalah sebagai berikut :

1. Jenis Sedimen

Jenis sedimen pada kolam labuh berbeda-beda sesuai dengan *bore hole*-nya. Berikut adalah pembagian data tanah terhadap *bore hole*

Tabel 4. 9 Data Tanah Setiap *Bore Hole*

Parameter		BH 1	BH 2	BH 3	BH 4
Specific Gravity		2.69	2.7	2.621	2.607
Water Content		105.84	66.47	69.68	74.376
Grain Size Distribution (%)	Clay	23	19	33.1	59.29
	Silt	74	11	30.12	35.02
	Sand	3	70	36.78	5.69

dengan pembagian *bore hole* sebagai berikut :

BH 1 = Kolam dermaga 004 dan 009

BH 2 = Kolam dermaga 100, 101U, 114, dan 115

BH 3 = Kolam dermaga 301 dan 302

BH 4 = Kolam dermaga DKP

Dari data tersebut, dapat dilihat tanah pada setiap dermaga bervariasi. Namun belum bisa digunakan untuk matriks pemilihan kapal keruk yang dipunya. Oleh karena itu, penulis mengambil salah satu titik bor di daerah dekat kolam dermaga 004 dan 009. Dan didapatkan jenis tanah yang ada adalah pasir halus, lempung lunak, lanau lepas dan lanau pekat.

2. Kondisi Laut

Di sepanjang sisi luar Pelabuhan Tanjung Priok terdapat *breakwater*. Oleh karena itu Pelabuhan Tanjung Priok termasuk ke dalam kategori perairan terlindungi.

3. Lokasi *Dumping Area*

Menurut pihak perusahaan, *dumping area* di Pelabuhan Tanjung Priok berada di 20 mil dari pelabuhan. Hal ini berarti lokasi *dumping area* terdapat di laut.

4. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan yang digunakan adalah volume pekerjaan yang sesuai dengan *software surfer*. Total volume pengerukan dalam penelitian ini adalah 291.841,7 m³. Hal ini berarti masuk ke dalam kategori <500.000 m³

5. Lalu Lintas Pelabuhan

Menurut PT. Iname Utama (2010) Pelabuhan Tanjung Priok rata-rata setiap hari melayani 60-70 unit kapal. Sedangkan dari sumber lain yang lebih baru oceanweek.co.id (2017), jumlah kapal yang keluar masuk Pelabuhan Tanjung Priok adalah 80-90 kapal per hari atau sekitar. Dengan kata lain, Pelabuhan Tanjung Priok termasuk ke dalam pelabuhan dengan lalu lintas padat.

6. Kedalaman Awal Minimum

Kedalaman awal minimum di area yang akan dikeruk adalah 4m. Sehingga kedalaman awal minimum yang dipakai adalah > 4 m.

7. Maksimum Kedalaman Pengerukan

Kedalaman maksimum pengerukan di semua area yang akan dikeruk adalah 15 m.

Menurut parameter di atas, maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 10 Matriks Pemilihan Alat Keruk

Kondisi Lapangan		Tipe Kapal				
		TSHD	CSD	Bucket Wheel	Grab	Backhoe
Jenis Material	Lempung Lunak	1	3	1	2	2
	Lanau Lepas	1	1	1	2	2
	Lanau Pekat	1	1	1	1	2
	Pasir Halus	1	1	1	2	2
Kondisi Laut	Perairan Terlindungi	1	1	1	1	1
Lokasi Buang	Laut	1	N	N	1	1
Volume Pekerjaan	<500.000 m3	1	1	1	3	3
Kedalaman Awal Minimum	4 m	V	V	V	V	V
Maksimum Kedalaman Pengerukan	15 m	V	V	V	V	V
Lalu Lintas Padat		1	3	3	2	1
		8	X	X	14	14

Dengan catatan sebagai berikut :

1 = Cocok; 2 = Dapat dioperasikan; 3 = Sulit dioperasikan; N = Tidak dapat dioperasikan; V = Wajib terpenuhi (*Mandatory*)

Menurut matriks di atas, kapal keruk yang paling cocok adalah kapal TSHD, namun akan dilakukan perbandingan terlebih dahulu dengan kapal keruk tipe lain. Kapal keruk yang tidak bisa digunakan adalah kapal keruk tipe CSD dan *bucket wheel*. Sedangkan kapal keruk yang lain bisa dipakai. Karena data yang terbatas, maka yang akan ditinjau lebih lanjut adalah kapal TSHD dan *Grab* dengan spesifikasi yang berbeda-beda.

4.4.1 Kapal Keruk TSHD

Kapal keruk TSHD merupakan kapal keruk yang mempunyai tempat penyimpanan material keruk sendiri. Kapal ini dapat bergerak sendiri dan tidak mengganggu lalu lintas kapal di pelabuhan. Sistem kerja dari kapal ini adalah mengeruk dengan menggunakan lengan penggerak bersambung yang mencapai dasar tanah lalu menghisap material keruk tersebut dengan pompa dan menyalurkan material keruk ke bak penampung dengan pipa.

Dalam penelitian ini, terdapat tiga kapal TSHD yang akan ditinjau. Yaitu kapal keruk TSHD A, TSHD B dan TSHD C Kapal TSHD tersebut berasal dari perusahaan yang berbeda-beda. Spesifikasi kapal TSHD yang akan ditinjau adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Spesifikasi Kapal TSHD yang Digunakan

Spesifikasi	TSHD A	TSHD B	TSHD C
Kapasitas (m ³)	3700	4883	5000
Kecepatan (Kn)	12,2	12,5	12,5
LOA (m)	103,3	96,57	124,4
Breadth (m)	19,4	19,93	18
Draught (m)	5,85	7,2	7,9
Produktivitas (m ³ /hour)	4223	4517	4833

4.4.2 Kapal Keruk *Grab / Clamshell*

Kapal keruk *grab* tidak mempunyai tempat penyimpanan sendiri, sehingga membutuhkan kapal untuk menampung material yang telah dikeruk. Kapal tersebut biasa disebut dengan *hopper barge*. Dalam penelitian ini *hopper barge* yang dipakai adalah yang *self-propelled* atau bisa bergerak sendiri. Dalam penelitian ini akan ditinjau kombinasi antara kapal keruk *grab* dengan dua buah *hopper barge* dengan tipe berbeda. Variasi pertama (Grab D) adalah kombinasi antara *grab* dengan kapasitas 5,5 m³ dan dua buah *hopper barge* kapasitas 500 m³. Lalu variasi kedua (Grab E) adalah kombinasi antara *grab* kapasitas 5,5 m³ dan dua buah *hopper barge* kapasitas 1000 m³.



Gambar 4. 13 Split Hopper Barge

(Sumber : rukindo)

Berikut adalah spesifikasi dari kapal-kapal yang digunakan

Tabel 4. 12 Spesifikasi Kapal Keruk Grab

Spesifikasi	Grab 5,5 m ³
Kapasitas (m ³)	5,5
Produktivitas (m ³ /hour)	131,75
LOA (m)	28
Breadth (m)	13,02
Draught (m)	2,6
Dredging Depth (m)	20
Machine (kW)	339,29

Tabel 4. 13 Spesifikasi Hopper Barge

Spesifikasi	500 m ³	1000 m ³
LOA (m)	45,58	63
Breadth (m)	9,75	12
Draught (m)	3,66	4,6
Total Installed Power (kW)	357,94	750
Speed (mile/hr)	7,48	9,78

4.5 Perhitungan Waktu Pekerjaan Pengerukan

Di penelitian ini waktu operasional pengerukan dalam satu hari adalah tiga kali jam kerja efektif (3 *shift*) atau 8 x 3 jam. Sehingga total 24 jam. Dari waktu tersebut dipotong untuk pergantian *shift* selama 20 menit untuk masing-masing *shift* sehingga total 1 jam. Lalu dipotong operasional pelabuhan selama 6 jam. Sehingga dalam satu hari terdapat waktu operasional pengerukan selama 17 jam.

Dalam satu kali trip, langkah-langkah yang dilakukan kapal keruk adalah sebagai berikut. Pertama, kapal keruk melakukan persiapan posisi untuk mengeruk atau biasa disebut manuver. Dalam penelitian ini diasumsikan manuver selama 10 menit. Lalu, waktu mengeruk sampai bak penampung terisi penuh. Hal ini tergantung pada produktivitas kapal keruk. Lalu, waktu perjalanan kapal keruk ke *dumping area* dan kembali ke area keruk. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan kapal keruk dan jarak *dumping area*. Dalam penelitian ini *dumping area* ditentukan di jarak 20 mil dari pelabuhan. Lalu ketika di *dumping area* dilakukan pembuangan material keruk dengan menggunakan sistem *bottom door*, dimana menurut Bray, Bates & Land (1997) waktu pembuangannya selama 5-10 menit. Selain itu, karena lokasi area keruk yang berbeda-beda, maka diasumsikan terdapat waktu untuk kapal keruk berpindah area dan jeda waktu (*delay*) untuk setiap kali pindah area keruk. Diasumsikan waktu yang dihabiskan untuk melakukan kegiatan tersebut adalah selama 30 menit.

Jumlah volume yang diangkut dalam satu kali trip berbeda, tergantung dari *efficiency* kapal keruk. Dalam penelitian ini diasumsikan untuk kapal TSHD memiliki *efficiency* 60% dan kapal *Grab* memiliki *efficiency* 80%. Kondisi cuaca dianggap baik, sehingga kondisi cuaca bisa diabaikan.

Waktu yang diperlukan oleh masing-masing kapal keruk adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Waktu Pengerukan Kapal TSHD

Keterangan	TSHD A	TSHD B	TSHD C
Waktu manuver	0,17 jam	0,17 jam	0,17 jam
Waktu mengeruk	0,9 jam	1,08 jam	1,03 jam
Waktu dari tempat keruk ke DA	1,42 jam	1,6 jam	1,39 jam
Waktu pembuangan	0,17 Jam	0,17 jam	0,17 jam
Waktu kembali ke lokasi keruk	1,42 Jam	1,6 jam	1,39 jam
Waktu pindah dan <i>delay</i>	0,5 jam	0,5 jam	0,5 jam
Waktu satu kali trip	4,6 jam	5,11 jam	4,65 jam
Operating hour	17 jam	17 jam	17 jam
Dalam satu kali trip total volume	2220 m ³	2929,8 m ³	3000 m ³
Trip dalam satu hari	3,7	3,32	3,657
Volume perhari	8278,88 m ³ /hari	9738,58 m ³ /hari	10971,02 m ³ /hari
Durasi	35,2 hari	29,96 hari	26,6 hari

Untuk perhitungan waktu pengerukan yang diperlukan oleh kapal *grab* berbeda. Karena dalam pekerjaan pengerukan oleh kapal *grab* menggunakan dua buah *hopper barge*. Sehingga ketika satu *hopper barge* sedang diisi, kapal lainnya akan *stand by*. Lalu ketika kapal pertama berangkat ke lokasi *dumping area*, maka kapal yang lain akan mulai dilakukan pengisian. Sehingga perhitungan waktu untuk variasi kapal *grab* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Waktu Pengerukan Kapal Grab / Clamshell

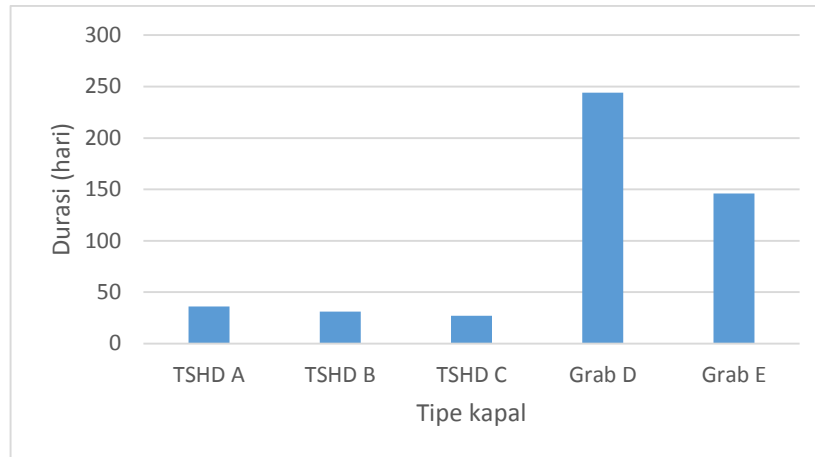
Keterangan	Grab D		Grab E	
	Hopper 1	Hopper 2	Hopper 1	Hopper 2
Manuver	0,17	0,17	0,17	0,17
Waktu mengeruk	3,8 jam	3,8 jam	7,59 jam	7,59 jam
Waktu dari tempat keruk ke DA	2,67 jam	2,67 jam	2,04 jam	2,04 jam
Waktu pembuangan	0,17 Jam	0,17 Jam	0,17 jam	0,17 jam
Waktu kembali ke lokasi keruk	2,67 Jam	2,67 Jam	2,04 jam	2,04 jam
Waktu pindah dan <i>delay</i>	0,5 Jam	0,5 Jam	0,5 Jam	0,5 Jam
Waktu satu kali trip	9,98 Jam	9,98 Jam	12,52 jam	12,52 jam
Operating hour	17 jam	17 jam	17 jam	17 jam
Dalam satu kali trip total volume	400 m ³	400 m ³	800 m ³	800 m ³
Trip dalam satu hari	2 trip	1 trip	1,5 trip	1 trip
Jumlah	3 trip		2,5 trip	
Volume perhari	1200 m ³		2000 m ³	
Durasi	243,15 hari		145,89 hari	

Kesimpulan dari perhitungan di atas dapat dilihat di tabel 4.16 dan gambar

4.14

Tabel 4. 16 Durasi Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk

Tipe Kapal	Durasi (hari)
TSHD A	36
TSHD B	31
TSHD C	27
Grab D	244
Grab E	146



Gambar 4. 14 Grafik Durasi Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk

Dari satu kali trip, baik pada kapal TSHD maupun *grab*, volume material yang dipindahkan tidak sama dengan kapasitas dari bak penampung. Hal tersebut karena material yang diangkut bercampur dengan air. Sehingga volume bak penampung tidak hanya penuh oleh material keruk. Untuk estimasi volume material yang dikeruk memakai *efficiency* dari kapal keruk tersebut. Sehingga volume material yang dipindahkan dalam satu kali trip adalah *efficiency* kapal keruk dikalikan dengan kapasitas bak penampungnya.

Dari tabel 4.15 dan grafik 4.1, dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan oleh kapal tipe TSHD jauh lebih cepat dibanding dengan kapal tipe *grab*. Padahal pada variasi kapal *grab* sudah memakai dua buah *hopper barge*. Hal ini disebabkan karena produktivitas kapal TSHD yang jauh lebih besar dibanding kapal *grab*, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengeruknya juga jauh lebih cepat.

Dari perhitungan waktu, dapat dilihat bahwa kecepatan pengerukan kapal TSHD jauh lebih cepat dibanding kapal *grab*. Karena perbedaan waktu pengerukan yang sangat besar, maka untuk perhitungan biaya hanya menghitung dari kapal TSHD. Hal tersebut karena waktu pelaksanaan pengerukan berkaitan erat dengan biaya yang dibutuhkan. Dengan kata lain, pengerukan dengan kapal *grab* kurang efektif dilakukan.

4.6 Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengerukan

Perhitungan biaya diperlukan untuk menghitung estimasi biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan pengerukan untuk setiap kapal keruk. Biaya yang

ditinjau hanya biaya dari kapal keruk yang dipakai. Kapal yang dihitung biayanya hanya kapal tipe TSHD, karena dari perhitungan waktu sebelumnya kapal tipe *grab* memiliki durasi yang jauh lebih lama dari kapal tipe TSHD sehingga dianggap tidak lebih efisien dibanding kapal TSHD.

Hal yang diperhitungkan dalam perhitungan biaya pekerjaan pengerukan adalah biaya kebutuhan bahan bakar, pelumas, air tawar, mobilisasi dan demobilisasi, gaji ABK, insentif keruk, konsumsi ABK, asuransi P&I *club*, asuransi H&M, perawatan / *docking*, depresiasi, dan pemeruman progress (*progress sounding*). Lalu ditambah biaya PPH sebesar 4% dan PPN sebesar 10% dari biaya total tersebut. Perhitungan biaya ini berdasarkan pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 78 tahun 2014.

4.6.1 Perhitungan Biaya TSHD A

1. Bensin / bahan bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan kapal TSHD A ini didapat dari hasil regresi berdasarkan PM Perhubungan No.78 tahun 2014 yaitu sebanyak 15951,34 liter. Dengan biaya solar perliter sebesar Rp 10.270,- maka total biaya bahan yang dibutuhkan oleh kapal TSHD A perhari adalah sebesar Rp 163.820.262,-. Dengan durasi 36 hari, maka biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$36 \times \text{Rp } 163.820.262,- = \text{Rp } 5.897.529.425,-$$

2. Pelumas

Menurut PM Perhubungan No.78 tahun 2014, dalam operasi sehari kapal ini membutuhkan pelumas sebanyak 284,86 liter. Dengan biaya pelumas perliter sebesar Rp 35.207,- maka total biaya pelumas perhari yang dibutuhkan oleh kapal ini adalah sebesar Rp 10.029.066,-. Dengan durasi 36 hari, biaya totalnya adalah:

$$36 \times \text{Rp } 10.029.066,- = \text{Rp } 361.046.377,-$$

3. Air tawar

Menurut PM Perhubungan No.78 (2014), kapal TSHD membutuhkan air tawar sebanyak 12,52 liter/hari. Dengan harga air tawar sebesar Rp 60.000,-

/liter, maka dalam sehari membutuhkan biaya sebesar Rp 751.200,-. Dengan durasi 36 hari, biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$36 \times \text{Rp } 751.200,- = \text{Rp } 27.043.200,-$$

4. Mobilisasi dan demobilisasi

Mobilisasi dan demobilisasi adalah kegiatan mendatangkan kapal keruk ke lokasi dan mengembalikannya kembali ke galangan. Besar dari biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari jarak antara galangan dengan lokasi pengerukan. Semakin dekat maka semakin murah.

Berdasarkan hasil regresi dari data biaya mobilisasi di PM Perhubungan No.78 (2014), kapal TSHD A mempunyai biaya mobilisasi sebesar Rp 1.431.291,- /mile. Jarak antara galangan kapal ini dengan lokasi keruk adalah 9 miles. Maka biaya untuk mobilisasi dan demobilisasi kapal ini adalah sebesar

$$9 \times 2 \times \text{Rp } 1.431.291,- = \text{Rp } 25.763.238,-$$

5. Gaji ABK

Menurut PM Perhubungan No.78 (2014), jumlah ABK dalam kapal TSHD adalah sebanyak 35 orang. Dengan menggunakan regresi, didapat jumlah gaji ABK perhari dari kapal ini sebesar Rp 8.266.218,-. Gaji tersebut hanya untuk satu *shift*. Karena dalam sehari terdapat 3 *shift*, maka perhitungan gaji ABK dikalikan 3. Dalam durasi 36 hari, maka biaya totalnya adalah sebagai berikut

$$36 \times 3 \times \text{Rp } 8.266.218,- = \text{Rp } 892.751.504,-$$

6. Insentif keruk

Insentif merupakan biaya yang diberikan sebagai motivasi bagi pekerja. Besar insentif didapatkan dari regresi dari data biaya insentif kapal keruk di PM Perhubungan No.78 tahun 2014. Besar biaya insentif perhari adalah Rp 155.139,-. Dengan jumlah ABK 35 orang, 3 kali *shift* dalam satu hari dan durasi 36 hari, maka jumlah biaya insentif pada kapal ini adalah

$$35 \times 3 \times 36 \times \text{Rp } 155.139,- = \text{Rp } 586.425.420,-$$

7. Konsumsi ABK

Konsumsi ABK berupa permakanaan. Dalam satu hari besar biayanya adalah Rp 60.000,- perorang. Dengan jumlah ABK sebanyak 35 orang dan dalam sehari terdapat 3 *shift*, maka dalam 36 hari total biaya konsumsi ABK adalah sebagai berikut :

$$35 \times 3 \times 36 \times \text{Rp } 60.000,- = \text{Rp } 226.800.000,-$$

8. Asuransi P&I Club

Asuransi P&I atau asuransi *protection and indemnity* adalah asuransi yang memberikan proteksi kepada pemilik kapal, operator atau penyewa atas tanggung jawab hukum terhadap pihak ketiga (Musjab, Asuransi Protection & Indemnity (P&I), 2016). Hal-hal yang dijamin dalam asuransi ini berupa jaminan kerusakan kargo, cedera dan kematian awak kapal, risiko tabrakan kapal terhadap kapal lain, dan kerusakan lingkungan akibat pencemaran.

Biaya asuransi P&I kapal TSHD A didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.084.349,- perhari. Dalam durasi 36 hari, maka total biayanya adalah

$$36 \times \text{Rp } 1.084.349,- = \text{Rp } 39.036.568,-$$

9. Asuransi H&M

Asuransi H&M memberikan jaminan kerusakan atau kerugian terhadap kapal, mesin dan perlengkapannya dari bahaya laut dan risiko pelayaran (Musjab, 2010). Yang dijamin dalam asuransi ini antara lain adalah kebakaran, bencana alam, perompakan, pencurian, kelalaian nahkoda, benturan dengan pesawat terbang, dan lain-lain.

Biaya asuransi H&M kapal TSHD A didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.424.490,- perhari. Maka dalam 36 hari biayanya sebesar

$$36 \times \text{Rp } 1.424.490,- = \text{Rp } 51.281.647,-$$

10. Perawatan / *docking*

Biaya perawatan / *docking* hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya perawatan berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 67.571.600,-

11. Penyusutan / depresiasi

Sama seperti perawatan, biaya depresiasi hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya depresiasi berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 46.488.000,-

12. Pemeruman progress

Pemeruman progress bertujuan untuk mengetahui kedalaman area yang telah dikeruk. Biaya pemeruman perhari sebesar Rp 1.236.000,-. Dalam 36 hari, biaya yang dibutuhkan untuk pemeruman adalah

$$36 \times \text{Rp } 1.236.000,- = \text{Rp } 44.496.000,-$$

Total biaya yang dibutuhkan dari kapal TSHD A menurut perhitungan di atas dapat dilihat di tabel 4.17

Tabel 4. 17 Biaya Pengerukan Kapal TSHD A

Biaya	TSHD A
Bensin	Rp 5.897.529.425
Pelumas	Rp 361.046.377
Pemeruman	Rp 44.496.000
Air Tawar	Rp 27.043.200
Insentif Keruk	Rp 586.425.420
Makan ABK	Rp 226.800.000
Gaji ABK	Rp 892.751.504
Asuransi P&I	Rp 39.036.568
Asuransi H&M	Rp 51.281.647
Docking	Rp 67.571.600
Depresiasi	Rp 46.888.000
Mobdemob	Rp 25.763.238
Total	Rp 8.266.632.979
PPH 4%	Rp 330.665.319
PPN 10%	Rp 826.663.298
Total Biaya	Rp 9.423.961.596
Biaya / hari	Rp 261.776.711

4.6.2 Perhitungan Biaya TSHD B

Biaya yang dibutuhkan oleh TSHD B sama seperti TSHD A, yaitu bersumber dari PM Perhubungan No.78 tahun 2014. Biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bensin / bahan bakar

Dalam sehari, TSHD B membutuhkan bahan bakar sebanyak 18809,7 liter. Dengan biaya solar perliter sebesar Rp 10.270,- maka total biaya bahan yang dibutuhkan oleh kapal TSHD B perhari adalah sebesar Rp 193.175.666,-. Dengan durasi 31 hari, maka biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$31 \times \text{Rp } 193.175.666,- = \text{Rp } 5.988.445.654,-$$

2. Pelumas

Dalam sehari, TSHD B membutuhkan pelumas sebanyak 338,33 liter. Dengan biaya pelumas perliter sebesar Rp 35.207,- maka total biaya pelumas perhari yang dibutuhkan oleh kapal ini adalah sebesar Rp 11.911.641,-. Dengan durasi 31 hari, biaya totalnya adalah

$$31 \times \text{Rp } 11.911.641,- = \text{Rp } 369.260.860,-$$

3. Air tawar

Kebutuhan air tawar TSHD B adalah 12,52 liter/hari. Dengan harga air tawar sebesar Rp 60.000,- /liter, maka dalam sehari membutuhkan biaya sebesar Rp 751.200,-. Dengan durasi 31 hari, biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$31 \times \text{Rp } 751.200,- = \text{Rp } 23.287.200,-$$

4. Mobilisasi dan demobilisasi

Biaya mobilisasi kapal TSHD B sebesar Rp 1.731.986,- tiap mile. Jarak antara galangan kapal ini dengan lokasi keruk adalah 2 miles. Maka biaya untuk mobilisasi dan demobilisasi kapal ini adalah sebesar

$$2 \times 2 \times \text{Rp } 1.731.986,- = \text{Rp } 6.927.944,-$$

5. Gaji ABK

Jumlah ABK dalam kapal ini adalah 35 orang. Dengan menggunakan regresi, didapat jumlah gaji ABK perhari dari kapal ini sebesar Rp 8.298.047,-. Apabila dalam sehari terdapat 3 *shift*. Maka dalam durasi 31 hari, biaya totalnya adalah sebagai berikut

$$3 \times 31 \times \text{Rp } 8.298.047,- = \text{Rp } 771.718.374,-$$

6. Insentif keruk

Besar biaya insentif kapal ini adalah Rp 167.501,- untuk setiap hari. Dengan jumlah ABK 35 orang, 3 *shift* dalam satu hari dan durasi 31 hari, maka jumlah biaya insentif pada kapal ini adalah

$$35 \times 3 \times 31 \times \text{Rp } 167.501,- = \text{Rp } 545.216.894,-$$

7. Konsumsi ABK

Dalam satu hari besar biayanya adalah Rp 60.000,- perorang. Dengan jumlah ABK sebanyak 35 orang dan 3 *shift* dalam satu hari, maka dalam 31 hari total biaya konsumsi ABK adalah sebagai berikut :

$$35 \times 3 \times 31 \times \text{Rp } 60.000,- = \text{Rp } 195.300.000,-$$

8. Asuransi P&I Club

Biaya asuransi P&I kapal TSHD B didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.137.919,- perhari. Dalam durasi 31 hari, maka total biayanya adalah

$$31 \times \text{Rp } 1.137.919,- = \text{Rp } 35.275.486,-$$

9. Asuransi H&M

Biaya asuransi H&M kapal TSHD B didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.878.703,- perhari. Maka dalam 31 hari biayanya sebesar

$$31 \times \text{Rp } 1.878.703,- = \text{Rp } 58.239.795,-$$

10. Perawatan / *docking*

Biaya perawatan / *docking* hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya perawatan berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 95.570.844,-

11. Penyusutan / depresiasi

Sama seperti perawatan, biaya depresiasi hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya depresiasi berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 59.001.920,-

12. Pemeruman progress

Biaya pemeruman perhari sebesar Rp 1.236.000,-. Dalam 31 hari, biaya yang dibutuhkan untuk pemeruman adalah

$$31 \times \text{Rp } 1.236.000,- = \text{Rp } 38.316.000,-$$

Total biaya yang dibutuhkan dari kapal TSHD B menurut perhitungan di atas dapat dilihat di tabel 4.18

Tabel 4. 18 Biaya Pengerukan Kapal TSHD B

Biaya	TSHD B
Bensin	Rp 5.988.445.654
Pelumas	Rp 369.260.860
Pemeruman	Rp 38.316.000
Air Tawar	Rp 23.287.200
Insentif Keruk	Rp 545.216.894
Makan ABK	Rp 195.300.000
Gaji ABK	Rp 771.718.374
Asuransi P&I	Rp 35.275.486
Asuransi H&M	Rp 58.239.795
Docking	Rp 95.570.844
Depresiasi	Rp 59.001.920
Mobdemob	Rp 6.927.944
Total	Rp 8.186.560.970
PPH 4%	Rp 327.462.439
PPN 10%	Rp 818.656.097
Total Biaya	Rp 9.332.679.506
Biaya / hari	Rp 301.054.178

4.6.3 Perhitungan Biaya TSHD C

Biaya yang dibutuhkan oleh TSHD C sama seperti sebelumnya, yaitu bersumber dari PM Perhubungan No.78 tahun 2014. Biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bensin / bahan bakar

Dalam sehari, TSHD C membutuhkan bahan bakar sebanyak 19092,4 liter. Dengan biaya solar perliter sebesar Rp 10.270,- maka total biaya bahan yang dibutuhkan oleh kapal TSHD C perhari adalah sebesar Rp 196.078.948,-. Dengan durasi 27 hari, maka biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$27 \times \text{Rp } 196.078.948,- = \text{Rp } 5.294.131.596,-$$

2. Pelumas

Dalam sehari, TSHD C membutuhkan pelumas sebanyak 343,62 liter. Dengan biaya pelumas perliter sebesar Rp 35.207,- maka total biaya pelumas perhari yang dibutuhkan oleh kapal ini adalah sebesar Rp 12.097.829,-. Dengan durasi 27 hari, biaya totalnya adalah:

$$27 \times \text{Rp } 12.097.829,- = \text{Rp } 326.641.392,-$$

3. Air tawar

Kebutuhan air tawar TSHD C adalah 12,52 liter/hari. Dengan harga air tawar sebesar Rp 60.000,- /liter, maka dalam sehari membutuhkan biaya sebesar Rp 751.200,-. Dengan durasi 27 hari, biaya totalnya adalah sebagai berikut:

$$27 \times \text{Rp } 751.200,- = \text{Rp } 20.282.400,-$$

4. Mobilisasi dan demobilisasi

Biaya mobilisasi kapal TSHD C sebesar Rp 1.761.725,- tiap mile. Jarak antara galangan kapal ini dengan lokasi keruk adalah 2 miles. Maka biaya untuk mobilisasi dan demobilisasi kapal ini adalah sebesar

$$2 \times 2 \times \text{Rp } 1.761.725,- = \text{Rp } 7.046.900,-$$

5. Gaji ABK

Jumlah ABK dalam kapal ini adalah 35 orang. Dengan menggunakan regresi, didapat jumlah gaji ABK perhari dari kapal ini sebesar Rp 8.301.195,-. Apabila dalam sehari terdapat 3 *shift*. Maka dalam durasi 27 hari, biaya totalnya adalah sebagai berikut

$$3 \times 27 \times \text{Rp } 8.301.195,- = \text{Rp } 672.396.795,-$$

6. Insentif keruk

Besar biaya insentif kapal ini adalah Rp168.724,- untuk setiap hari. Dengan jumlah ABK 35 orang, 3 *shift* dalam satu hari dan durasi 27 hari, maka jumlah biaya insentif pada kapal ini adalah

$$35 \times 3 \times 27 \times \text{Rp } 168.724,- = \text{Rp } 478.332.540,-$$

7. Konsumsi ABK

Dalam satu hari besar biayanya adalah Rp 60.000,- perorang. Dengan jumlah ABK sebanyak 35 orang dan 3 *shift* dalam satu hari, maka dalam 27 hari total biaya konsumsi ABK adalah sebagai berikut :

$$35 \times 3 \times 27 \times \text{Rp } 60.000,- = \text{Rp } 170.100.000,-$$

8. Asuransi P&I Club

Biaya asuransi P&I kapal TSHD C didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.143.217,- perhari. Dalam durasi 27 hari, maka total biayanya adalah

$$27 \times \text{Rp } 1.143.217,- = \text{Rp } 30.866.859,-$$

9. Asuransi H&M

Biaya asuransi H&M kapal TSHD C didapat dari hasil regresi, yaitu sebesar Rp 1.923.625,- perhari. Maka dalam 27 hari biayanya sebesar

$$27 \times \text{Rp } 1.923.625,- = \text{Rp } 51.937.880,-$$

10. Perawatan / *docking*

Biaya perawatan / *docking* hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya perawatan berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 98.340.000,-

11. Penyusutan / depresiasi

Sama seperti perawatan, biaya depresiasi hanya dihitung sekali selama proses pekerjaan pengerukan. Biaya depresiasi berdasar hasil regresi adalah sebesar Rp 60.200.000,-

12. Pemeruman progress

Biaya pemeruman perhari sebesar Rp 1.236.000,-. Dalam 27 hari, biaya yang dibutuhkan untuk pemeruman adalah

$$27 \times \text{Rp } 1.236.000,- = \text{Rp } 33.372.000,-$$

Total biaya yang dibutuhkan dari kapal TSHD C menurut perhitungan di atas dapat dilihat di tabel 4.19

Tabel 4. 19 Biaya Pengerukan Kapal TSHD C

Biaya	TSHD C
Bensin	Rp 5.294.131.596
Pelumas	Rp 326.641.392
Pemeruman	Rp 33.372.000
Air Tawar	Rp 20.282.400
Insentif Keruk	Rp 478.332.540
Makan ABK	Rp 170.100.000
Gaji ABK	Rp 672.396.795
Asuransi P&I	Rp 30.866.859
Asuransi H&M	Rp 51.937.880
Docking	Rp 98.340.000
Depresiasi	Rp 60.200.000
Mobdemob	Rp 7.046.900
Total	Rp 7.243.648.363
PPH 4%	Rp 289.745.935
PPN 10%	Rp 724.364.836
Total Biaya	Rp 8.257.759.133
Biaya / hari	Rp 305.842.931

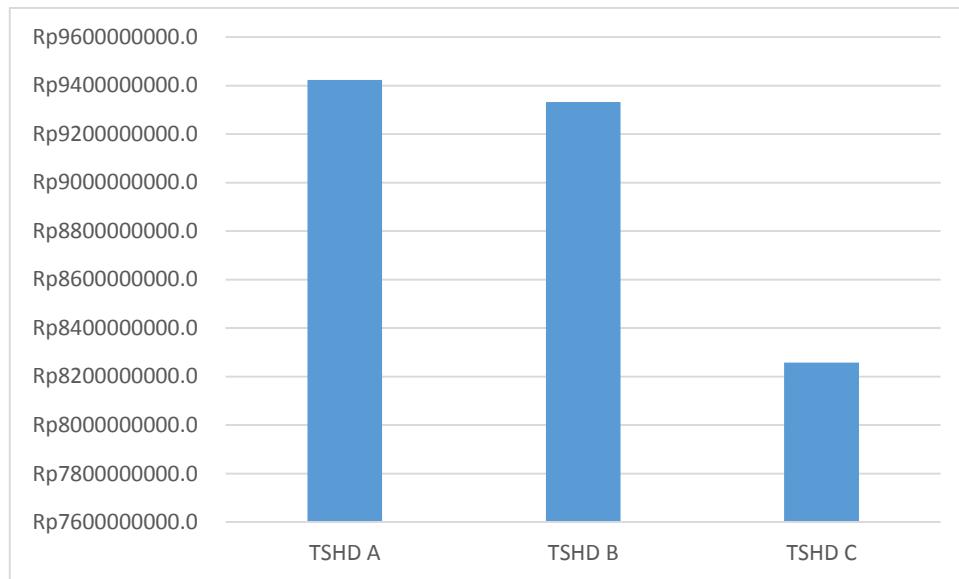
4.6.4 Perbandingan Perhitungan

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan biaya yang dibutuhkan oleh masing-masing kapal keruk seperti pada tabel 4.20. Dari hasil perhitungan, didapat selisih untuk setiap kapal keruk cukup besar, mencapai 1,1 miliar rupiah. Perbedaan biaya disebabkan oleh durasi pengerukan dan kapasitas kapal keruk.

Tabel 4. 20 Biaya Pengerukan Setiap Kapal Keruk

Kapal Keruk	Biaya / hari	Biaya Total
TSHD A	Rp 261.776.711	Rp 9.423.961.596
TSHD B	Rp 301.054.178	Rp 8.257.759.133
TSHD C	Rp 305.842.931	Rp 9.332.679.506

Untuk mempermudah perbandingan, bisa dilihat di gambar 4.15. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa biaya pengerukan yang dibutuhkan kapal keruk TSHD C adalah yang terkecil.



Gambar 4. 15 Grafik Biaya Pengerukan Setiap Tipe Kapal Keruk

4.7 Perbandingan dan Pemilihan Hasil Akhir

Dari hasil perhitungan waktu dan biaya, didapat hasil sebagai berikut

Tabel 4. 21 Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk

Kapal Keruk	Durasi (hari)	Biaya perhari	Biaya Total
TSHD A	36	Rp 261.776.711	Rp 9.423.961.596
TSHD B	31	Rp 301.054.178	Rp 9.332.679.506
TSHD C	27	Rp 305.842.931	Rp 8.257.759.133
Grab D	244	-	-
Grab E	146	-	-

Berdasarkan tabel 4.21 dapat disimpulkan bahwa kapal keruk yang paling efektif untuk digunakan adalah kapal keruk TSHD C. Hal tersebut karena durasi dalam menyelesaikan pekerjaan pengerukan paling singkat. Selain itu, walaupun biaya perharinya paling besar, tetapi biaya totalnya adalah yang paling sedikit. Hal tersebut disebabkan oleh durasi kapal TSHD C lebih singkat dibanding kapal yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan tentang analisis pengerukan kolam labuh tanjung priok, didapat 4 kesimpulan yang menjawab rumusan masalah pada penelitian ini. Hasil kesimpulannya adalah sebagai berikut :

1. Rancangan pengerukan di sembilan kolam labuh adalah sebagai berikut

- Kolam Dermaga 004 mempunyai kedalaman 10 m, lebar 66 m, panjang 132,61 m dan kemiringan 1:1
- Kolam Dermaga 009 mempunyai kedalaman 10 meter, lebar 80 m, panjang 162,25 m dan kemiringan 1:1
- Kolam Dermaga 100 mempunyai kedalaman 8 meter, lebar 74 m, panjang 152,05 m dan kemiringan 90°
- Kolam Dermaga 101 U mempunyai kedalaman 15 meter, lebar 88 m, panjang 195,1 m dan kemiringan 1:1
- Kolam Dermaga 114 mempunyai kedalaman 15 meter, lebar 94 m, panjang 207,25 m dan kemiringan 1:1
- Kolam Dermaga 115 mempunyai kedalaman 15 meter, lebar 72 m, panjang 137,25 m dan kemiringan 1:1
- Kolam Dermaga 301 mempunyai kedalaman 14 meter, lebar 92 m, panjang 248,25 m dan kemiringan 90°
- Kolam Dermaga 302 mempunyai kedalaman 14 meter, lebar 90 m, panjang 239,42 m dan kemiringan 90°
- Kolam Dermaga DKP mempunyai kedalaman 10 meter, lebar 70 m, panjang 145,85 m dan kemiringan 1:1

Dengan total volume pengerukan sebesar 291.779,7 m³

2. Kapal keruk yang cocok digunakan di area yang akan dikeruk adalah kapal keruk tipe TSHD dan *Grab*. Dari berbagai macam tipe kapal tersebut, yang paling efektif digunakan untuk pengerukan di kolam labuh Tanjung Priok adalah kapal keruk TSHD C dengan durasi pengerukan selama 27 hari dan biaya perhari sebesar Rp 305.842.931,- sehingga total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 8.257.759.133,-

5.2 Saran

Berikut merupakan saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya :

1. Melakukan analisis stabilitas lereng dengan mempertimbangkan pengaruh pasang surut dan arus yang ada.
2. Perbanyak referensi mengenai biaya yang dibutuhkan selama proyek pekerjaan pengerukan.

DAFTAR PUSTAKA

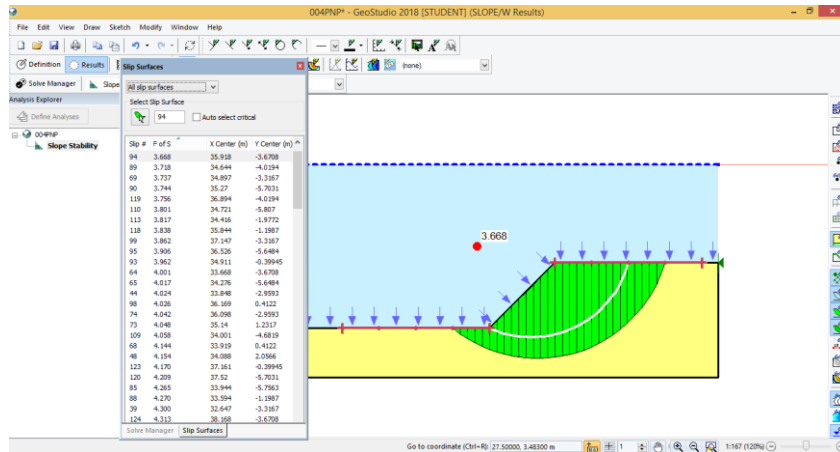
- Adlin, I. 2017. *Analisa Pemilihan Metode Pengerukan di Area Tertutup Canal Water Intake PLTU Banten 3 Lontar*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Arnita, D. 2014. *Strategi Pelabuhan Tanjung Priok Sebagai International Hub Port : Studi Banding Dengan Pelabuhan Singapura*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bray, N., & Cohen, M. 2010. *Dredging for Development*. Netherlands: International Association of Dredging Companies (IADC).
- Bray, R. N., Bates, A. D., & Land, J. M. 1997. *Dredging : A Handbook for Engineers*. New York: John Willey & Sons, inc.
- Charris, A. 1995. *Analisa Teknis dan Ekonomis Pemilihan Type Kapal Keruk PT. Rukindo untuk Pengembangan Pelabuhan Probolinggo*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember,. Surabaya.
- Direktorat Kepelabuhan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan. 2017. *Pedoman Teknis Pengerukan Alur Pelayaran dan/atau Kolam Pelabuhan*. Jakarta: Direktorat Kepelabuhan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan.
- Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Departemen Perhubungan. 2006. *Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi*. Jakarta: Direktorat Pelabuhan dan Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Departemen Perhubungan.
- GEO-SLOPE International Ltd. 2012. *Stability Modeling with SLOPE/W*. Calgary: GEO-SLOPE International Ltd.
- IPC Corporate University. 2017. *Pelatihan Pengerukan dan Reklamasi*.
- Menteri Perhubungan. 2014. *Peraturan Menteri Perhubungan No.78 tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan*. Jakarta: Menteri Perhubungan.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 52 Tahun 2011 tentang Pengerukan dan Reklamasi*. Jakarta: Menteri Perhubungan.
- Miedema, S. A. 2015. *Introduction Dredging Engineering*. Netherlands.
- Musjab, I. April, 2010. *Hull & Machinery (H&M)*.
<URL:<https://ahliasuransi.com/hull-machinery-hm/>>

- Musjab, I. May, 2016. *Asuransi Protection & Indemnity (P&I)*.
<URL:<https://ahliasuransi.com/asuransi-protection-indemnity-pi-masih-perlukah/>>
- Ocean Week. January, 2017. *90 Kapal Per Hari Berkegiatan Di Priok*.
<URL:<http://oceanweek.co.id/2017/01/09/90-kapal-per-hari-berkegiatan-di-priok/>>
- Palermo, M. R., Francingues, N. R., & Averett, D. E. 2004. Operational Characteristics and Equipment Selection Factors for Environmental Dredging. *Journal of Dredging Engineering Volume 6 No.3*.
- Pangemanan, V. G., Turangan, A., & Sompie, O. 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik Vol. 2 No.1*, 37-46.
- Ponge, A. Oktober, 2016. *Alami Pendangkalan, Pelabuhan Kotabunan Tak Disinggahi Kapal*.
<URL:<http://manado.tribunnews.com/2016/10/07/alami-pendangkalan-pelabuhan-kotabunan-tak-disinggahi-kapal>>
- PT. Iname Utama. 2010. *Studi Penetapan Kriteria di*. Jakarta: PT. INAME UTAMA.
- PT. Pelabuhan Indonesia II. Februari, 2018. *Home: Cabang & Anak Perusahaan: Tanjung Priok*. <URL:<http://www.indonesiaport.co.id/read/tanjung-priok.html>>
- Purmitasari, I. 2014. *Analisa dan Metode Pengerukan di Alur Pelayaran Barat Surabaya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Susilawati, R. Desember, 2017. *Galangan Kapal Merugi Akibat Pendangkalan Kali Perak*.
<URL:http://beritajatim.com/ekonomi/317193/galangan_kapal_merugi_akibat_pendangkalan_kali_perak.html>
- TorIQ, R. N. 2016. *Analisa Sedimentasi Pada Alur Pelayaran Timur, Pelabuhan Tanjung Priok Menggunakan Metode SED-PIT dan Pengembangannya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Triatmodjo, B. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Vlasblom, W. J. 2003. *Designing Dredging Equipment*. Netherlands.
- Witantono, A. D., & Ihsan, F. U. 2014. *Survei Batimetri dan Pasang Surut untuk Perawatan Kolam 1 Pelabuhan Tanjung Priok*. Laporan Kerja Praktek. Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

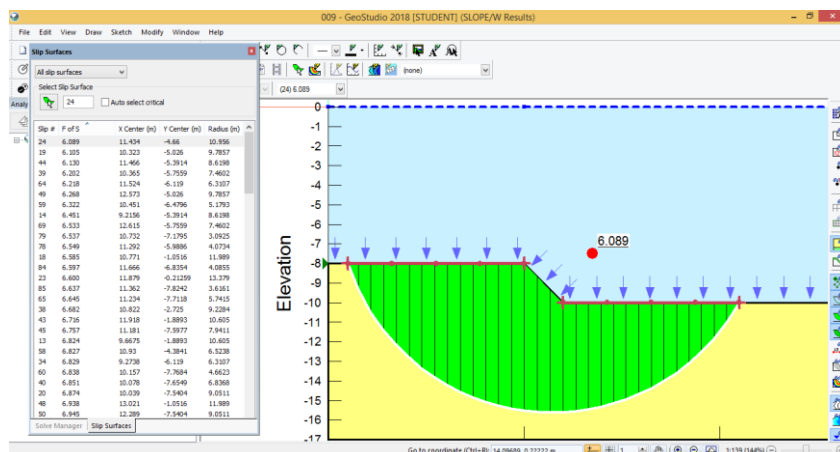
Lampiran A

Hasil Safety Factor Analisis Stabilitas Lereng Setiap Kolam

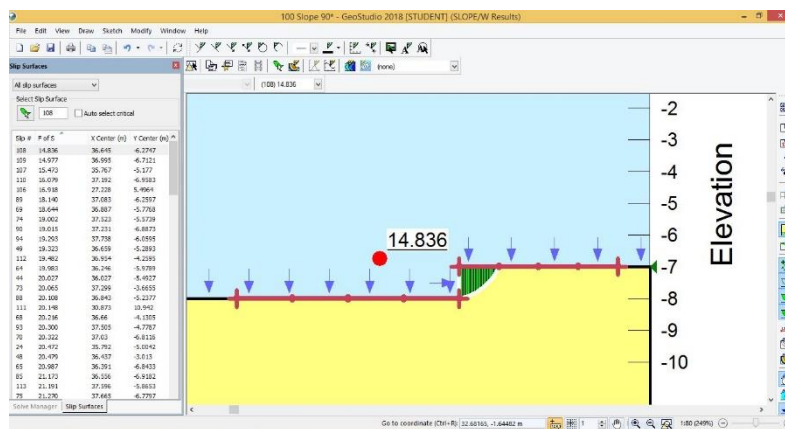
1. Kolam Dermaga 004



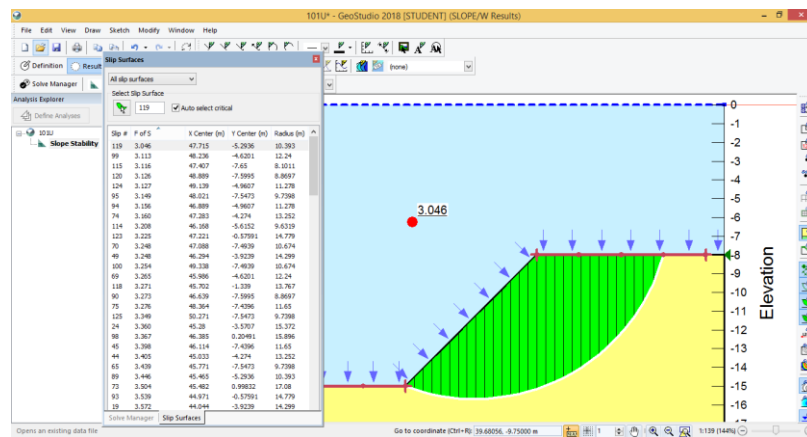
2. Kolam Dermaga 009



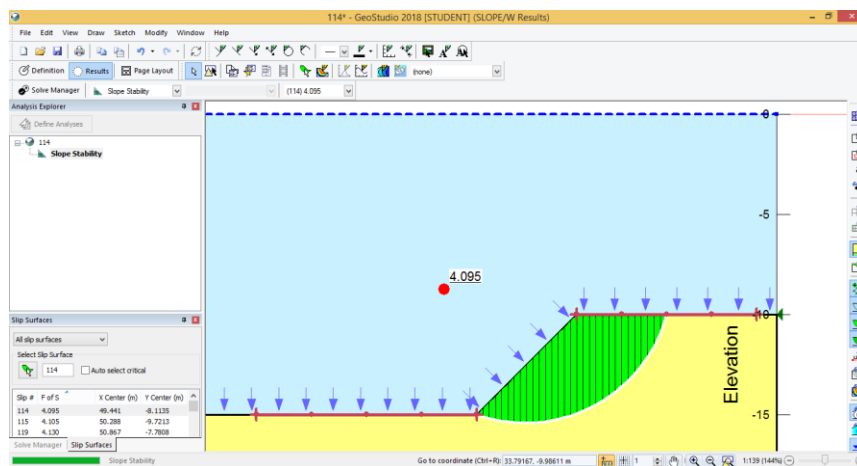
3. Kolam Dermaga 100



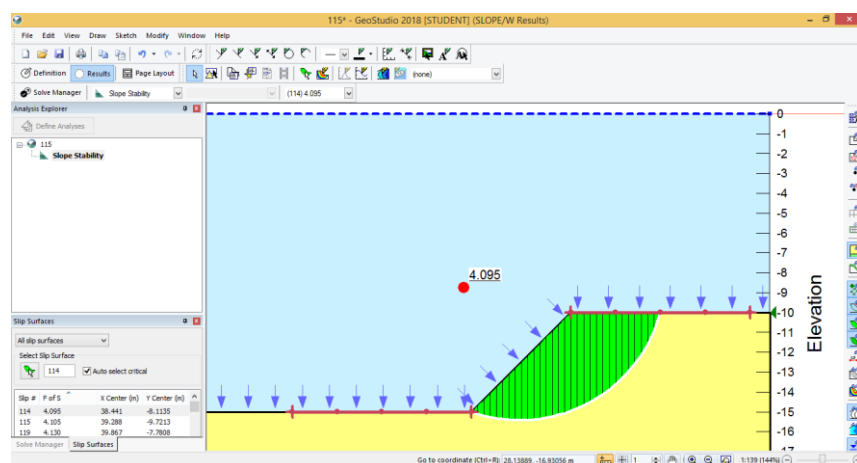
4. Kolam Dermaga 101 U



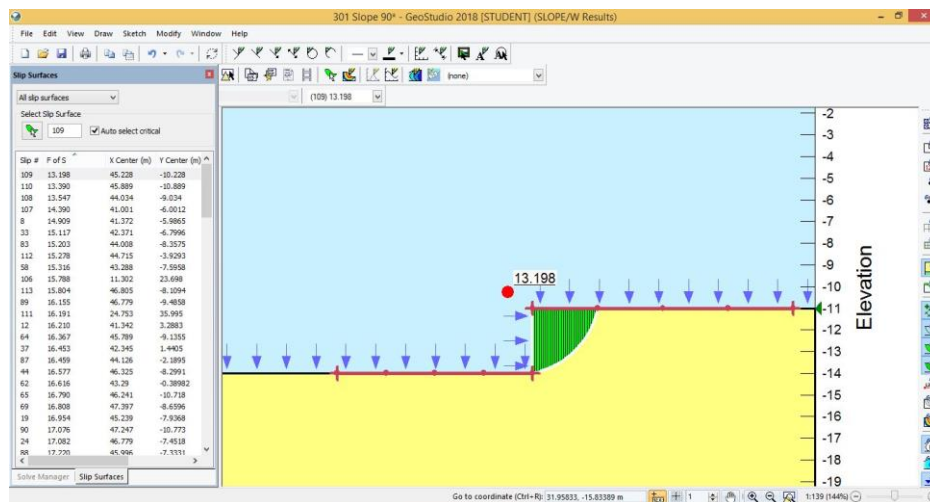
5. Kolam Dermaga 114



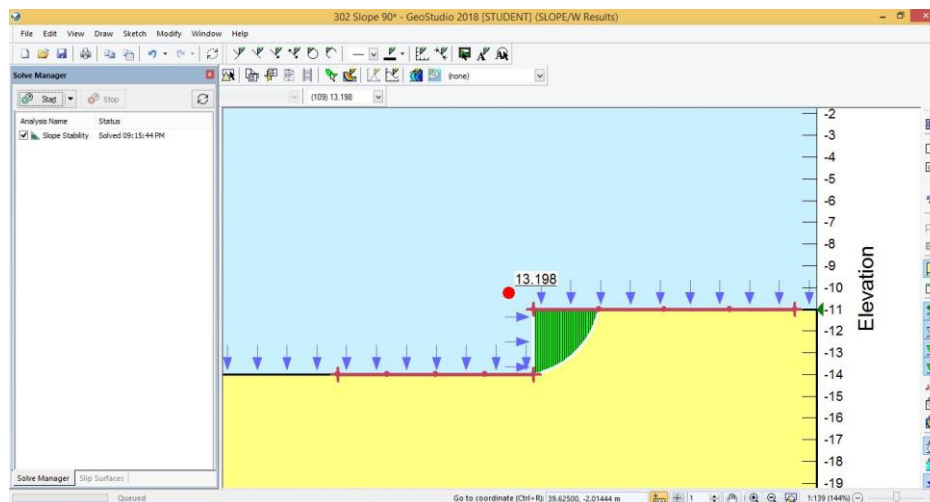
6. Kolam Dermaga 115



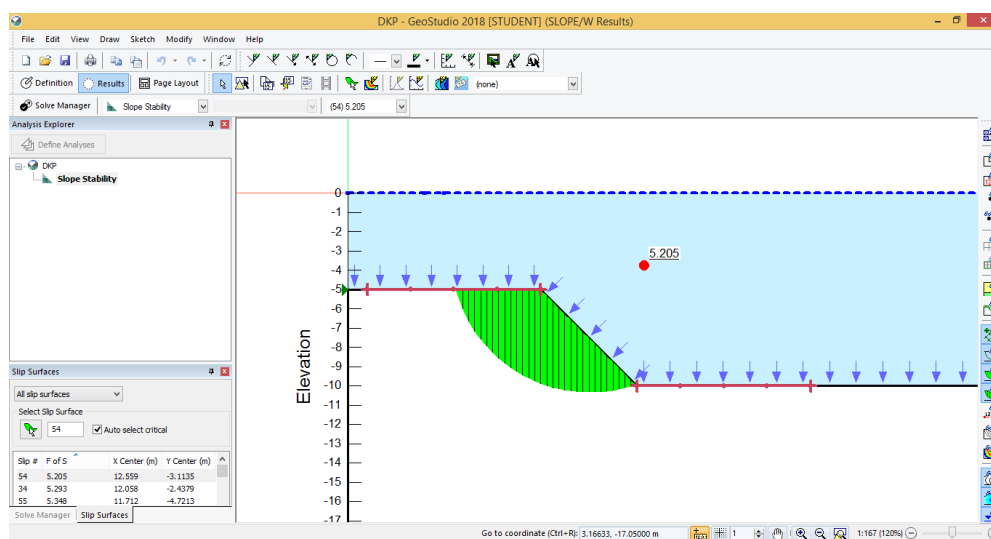
7. Kolam Dermaga 301



8. Kolam Dermaga 302



9. Kolam Dermaga DKP



Lampiran B

Hasil Perhitungan Volume Pengerukan dengan Software Surfer

1. Kolam Dermaga 004

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:16:35 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2

Bismillah\Volume Pengerukan\004\out.grd

Grid Size: 230 rows x 229 columns

X Minimum: 707413

X Maximum: 707641

X Spacing: 1

Y Minimum: 9324981

Y Maximum: 9325210

Y Spacing: 1

Z Minimum: -12.549913822576

Z Maximum: -5.1599461421206

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2

Bismillah\Volume Pengerukan\004\rencana keruk
004 n boundary.grd

Grid Size: 230 rows x 229 columns

X Minimum: 707413

X Maximum: 707641

X Spacing: 1

Y Minimum: 9324981

Y Maximum: 9325210

Y Spacing: 1

Z Minimum: -10

Z Maximum: -6

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 8342.6758598245

Simpson's Rule: 8332.2806384424

Simpson's 3/8 Rule: 8353.2362453913

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 16437.122740003

Negative Volume [Fill]: 8094.4468801783

Net Volume [Cut-Fill]: 8342.6758598245

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 10607.0925

Negative Planar Area [Fill]: 7365.9075

Blanked Planar Area: 34239

Total Planar Area: 52212

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:

10683.644365678

Negative Surface Area [Fill]:

7635.4079375227

2. Kolam Dermaga 009

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:10:02 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2

Bismillah\Volume Pengerukan\009\out.grd

Grid Size: 411 rows x 101 columns

X Minimum: 707822

X Maximum: 707922

X Spacing: 1

Y Minimum: 9324714

Y Maximum: 9325124

Y Spacing: 1

Z Minimum: -13.884143314462

Z Maximum: -7.7562172723893

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2

Bismillah\Volume Pengerukan\009\rknb.grd

Grid Size: 411 rows x 101 columns

X Minimum: 707822

X Maximum: 707922

X Spacing: 1

Y Minimum: 9324714

Y Maximum: 9325124

Y Spacing: 1
Z Minimum: -10
Z Maximum: -8

Volumes
Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:
Trapezoidal Rule: -36945.492454328
Simpson's Rule: -36954.374968403
Simpson's 3/8 Rule: -36938.819761902

Cut & Fill Volumes
Positive Volume [Cut]: 2474.9920730096

Negative Volume [Fill]: 39420.484527338
Net Volume [Cut-Fill]: -36945.492454328

Areas

Planar Areas
Positive Planar Area [Cut]: 4079.8791
Negative Planar Area [Fill]: 29569.1209
Blanked Planar Area: 7351
Total Planar Area: 41000

Surface Areas
Positive Surface Area [Cut]: 4118.9682628459
Negative Surface Area [Fill]: 29778.7905791

3. Kolam Dermaga 100

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:02:20 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\100\out.grd
Grid Size: 82 rows x 114 columns

X Minimum: 708294
X Maximum: 708407
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325950
Y Maximum: 9326031
Y Spacing: 1

Z Minimum: -11.136687286923
Z Maximum: -6.7530416490035

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\100\rknb.grd
Grid Size: 82 rows x 114 columns

X Minimum: 708294
X Maximum: 708407
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325950
Y Maximum: 9326031
Y Spacing: 1

Z Minimum: -8
Z Maximum: -7

Volumes
Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:
Trapezoidal Rule: -1161.8373574183
Simpson's Rule: -1153.477664461
Simpson's 3/8 Rule: -1178.3580402732

Cut & Fill Volumes
Positive Volume [Cut]: 2783.5547479269
Negative Volume [Fill]: 3945.3921053452
Net Volume [Cut-Fill]: -1161.8373574183

Areas

Planar Areas
Positive Planar Area [Cut]: 4994.5862
Negative Planar Area [Fill]: 3105.4138
Blanked Planar Area: 1053
Total Planar Area: 9153

Surface Areas
Positive Surface Area [Cut]: 5023.0522778631
Negative Surface Area [Fill]: 3156.9287675277

4. Kolam Dermaga 101 U

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 19:40:47 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\101U\out.grd
Grid Size: 222 rows x 113 columns

X Minimum: 708345
X Maximum: 708457
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325737
Y Maximum: 9325958
Y Spacing: 1

Z Minimum: -13.739519564008
Z Maximum: -8.233024083055

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\101U\rkbn.grd
Grid Size: 222 rows x 113 columns

X Minimum: 708345
X Maximum: 708457
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325737
Y Maximum: 9325958
Y Spacing: 1

Z Minimum: -15
Z Maximum: -8

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:
Trapezoidal Rule: 60797.463485451
Simpson's Rule: 60804.720327542
Simpson's 3/8 Rule: 60778.990703818

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 64248.270330817
Negative Volume [Fill]: 3450.8068453661
Net Volume [Cut-Fill]: 60797.463485451

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 20037.1648
Negative Planar Area [Fill]: 1613.3352
Blanked Planar Area: 3101.5
Total Planar Area: 24752

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 20433.6909
Negative Surface Area [Fill]: 2025.6924

5. Kolam Dermaga 114

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 19:32:23 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\114\out.grd
Grid Size: 316 rows x 118 columns

X Minimum: 708409
X Maximum: 708526
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325510
Y Maximum: 9325825
Y Spacing: 1

Z Minimum: -15.613963129853
Z Maximum: -10.29330261633

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\114\rknb.grd
Grid Size: 316 rows x 118 columns

X Minimum: 708409
X Maximum: 708526
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325510
Y Maximum: 9325825
Y Spacing: 1

Z Minimum: -15
Z Maximum: -10

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 63729.613475886
Simpson's Rule: 63733.181463966
Simpson's 3/8 Rule: 63734.882121775

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 64644.100889507
Negative Volume [Fill]: 914.48741362073
Net Volume [Cut-Fill]: 63729.613475886

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 30694.3757
Negative Planar Area [Fill]: 1120.6243
Blanked Planar Area: 5040
Total Planar Area: 36855

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 31151.2929
Negative Surface Area [Fill]: 1285.9447

6. Kolam Dermaga 115

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 19:24:00 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\115\out.grd
Grid Size: 93 rows x 268 columns

X Minimum: 708515
X Maximum: 708782
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325804
Y Maximum: 9325896
Y Spacing: 1

Z Minimum: -14.915052820211
Z Maximum: -10.79630976879

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\115\rknb.grd
Grid Size: 93 rows x 268 columns

X Minimum: 708515
X Maximum: 708782
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325804
Y Maximum: 9325896

Y Spacing: 1

Z Minimum: -15
Z Maximum: -10

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 46046.234061962
Simpson's Rule: 46049.384249668
Simpson's 3/8 Rule: 46062.59848622

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 47084.813275029
Negative Volume [Fill]: 1038.5792130664
Net Volume [Cut-Fill]: 46046.234061962

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 20407.8535
Negative Planar Area [Fill]: 851.1465
Blanked Planar Area: 3305
Total Planar Area: 24564

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 20773.8647
Negative Surface Area [Fill]: 1039.6248

7. Kolam Dermaga 301

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:30:02 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\301\out.grd
Grid Size: 262 rows x 109 columns

X Minimum: 709268
X Maximum: 709376
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325415
Y Maximum: 9325676
Y Spacing: 1

Z Minimum: -14.759276625029
Z Maximum: -10.549613936817

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\301\rknb.grd
Grid Size: 262 rows x 109 columns

X Minimum: 709268
X Maximum: 709376
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325415

Y Maximum: 9325676
Y Spacing: 1

Z Minimum: -14
Z Maximum: -11

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:
Trapezoidal Rule: 32878.951173107
Simpson's Rule: 32879.374257641
Simpson's 3/8 Rule: 32883.831319022

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 34542.988336135
Negative Volume [Fill]: 1664.037163028
Net Volume [Cut-Fill]: 32878.951173107

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 22428.6166
Negative Planar Area [Fill]: 2295.3834
Blanked Planar Area: 3464
Total Planar Area: 28188

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 22510.3608
Negative Surface Area [Fill]: 2428.0509

8. Kolam Dermaga 302

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:44:39 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\302\out.grd
Grid Size: 251 rows x 107 columns

X Minimum: 709259
X Maximum: 709365
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325176
Y Maximum: 9325426
Y Spacing: 1

Z Minimum: -13.968474034546
Z Maximum: -11.608865460419

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\302\rknb.grd
Grid Size: 251 rows x 107 columns

X Minimum: 709259
X Maximum: 709365
X Spacing: 1

Y Minimum: 9325176
Y Maximum: 9325426
Y Spacing: 1

Z Minimum: -14
Z Maximum: -11

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:	23846.96903322
Simpson's Rule:	23852.595724686
Simpson's 3/8 Rule:	23847.09211442

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]:	24496.418994835
Negative Volume [Fill]:	649.44996161449
Net Volume [Cut-Fill]:	23846.96903322

9. Kolam Dermaga DKP

Grid Volume Computations

Sun Apr 29 20:55:40 2018

Upper Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\DKP\out.grd
Grid Size: 90 rows x 240 columns

X Minimum:	712123
X Maximum:	712362
X Spacing:	1

Y Minimum:	9325461
Y Maximum:	9325550
Y Spacing:	1

Z Minimum:	-14.642769309064
Z Maximum:	-3.434579155446

Lower Surface

Grid File Name: D:\Kuliah\Semester 8\TA\P2
Bismillah\Volume Pengerukan\DKP\rknb.grd
Grid Size: 90 rows x 240 columns

X Minimum:	712123
X Maximum:	712362
X Spacing:	1

Areas

Planar Areas	
Positive Planar Area [Cut]:	22412.6446
Negative Planar Area [Fill]:	855.8554
Blanked Planar Area:	3231.5
Total Planar Area:	26500

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	22529.5226
Negative Surface Area [Fill]:	951.6697

Y Minimum:	9325461
Y Maximum:	9325550
Y Spacing:	1

Z Minimum:	-10
Z Maximum:	-5

Volumes

Z Scale Factor: 1

Total Volumes by:
Trapezoidal Rule: 3612.4407584089
Simpson's Rule: 3597.3666069591
Simpson's 3/8 Rule: 3605.3362025916

Cut & Fill Volumes
Positive Volume [Cut]: 21173.16454199
Negative Volume [Fill]: 17560.723783581
Net Volume [Cut-Fill]: 3612.4407584089

Areas

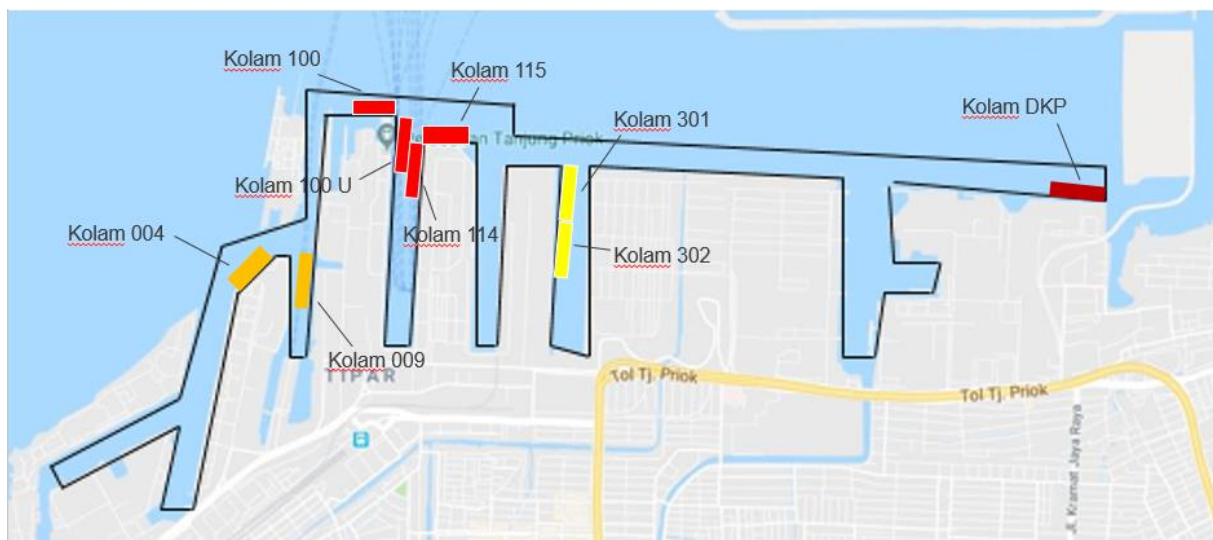
Planar Areas	
Positive Planar Area [Cut]:	10341.7358
Negative Planar Area [Fill]:	8141.2644
Blanked Planar Area:	2839
Total Planar Area:	21271

Surface Areas	
Positive Surface Area [Cut]:	10439.3166
Negative Surface Area [Fill]:	8711.5821

Lampiran C

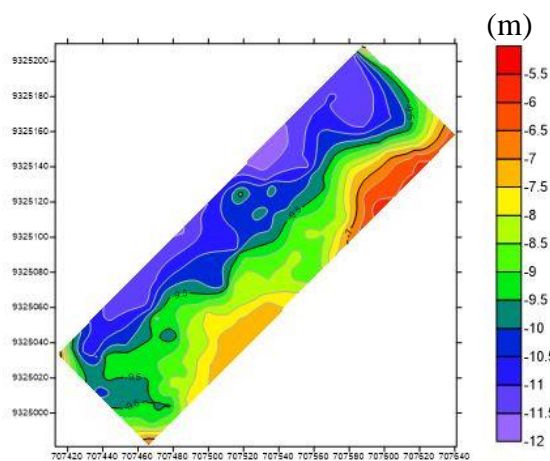
Lokasi Kolam dan Tampilan *Cross Section Area*

Lokasi Kolam Keseluruhan :

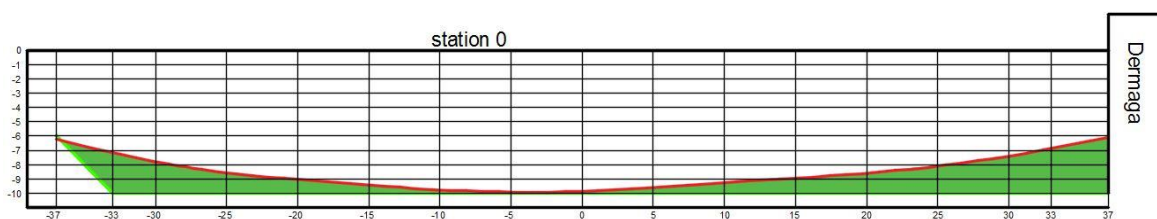


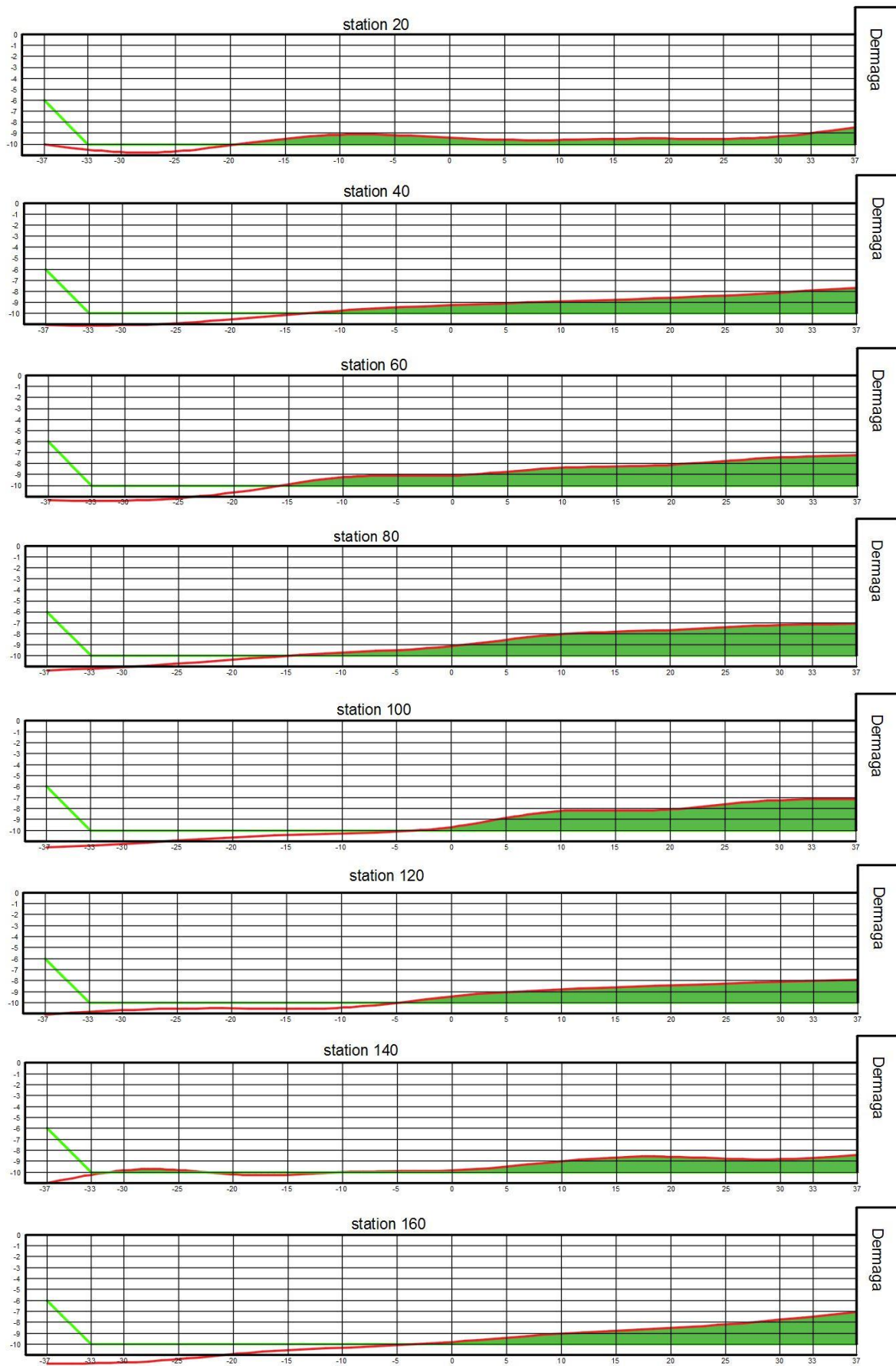
1. Kolam Dermaga 004

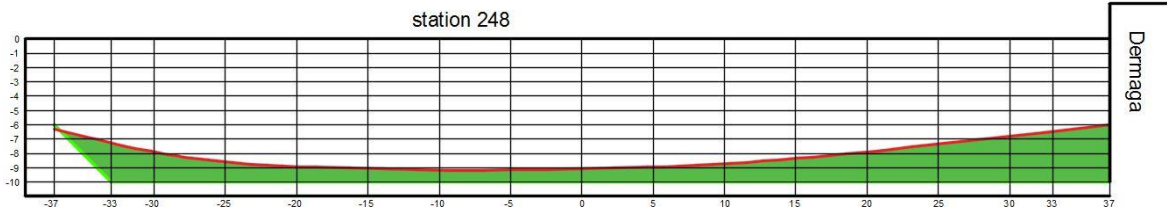
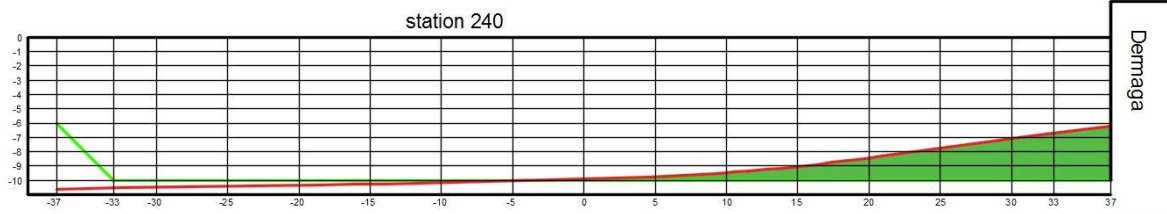
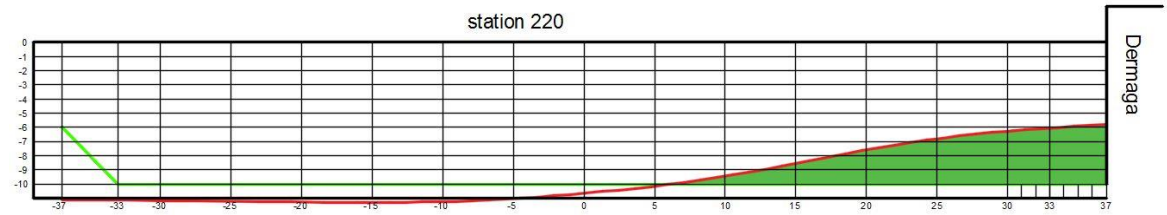
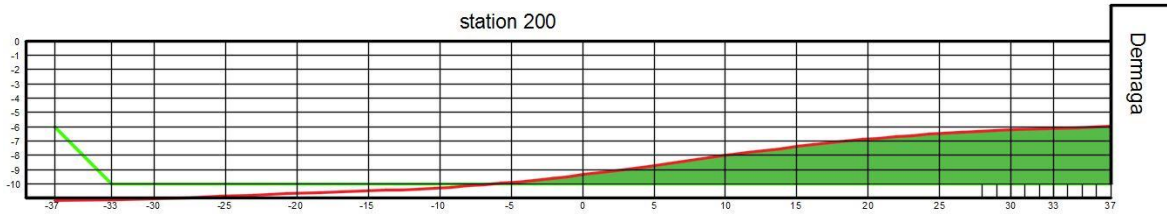
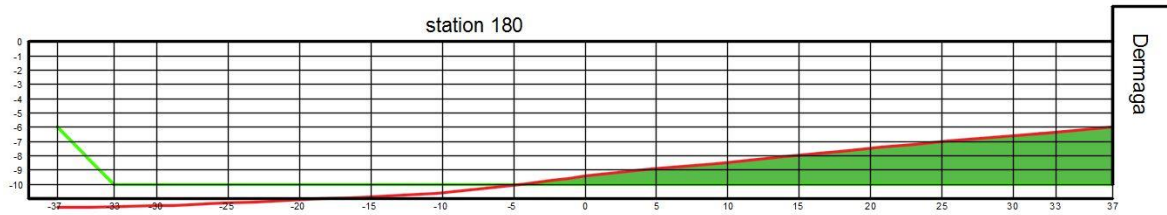
Kontur



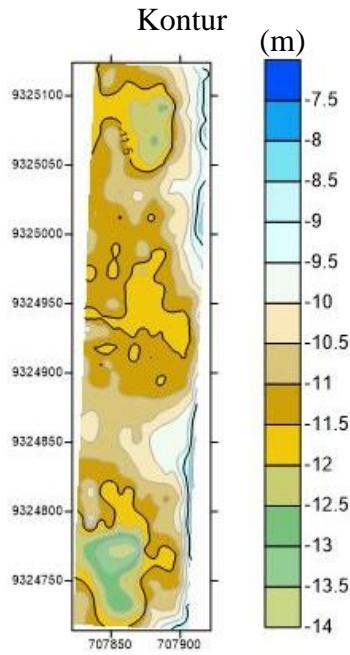
Pembagian *Cross Section*



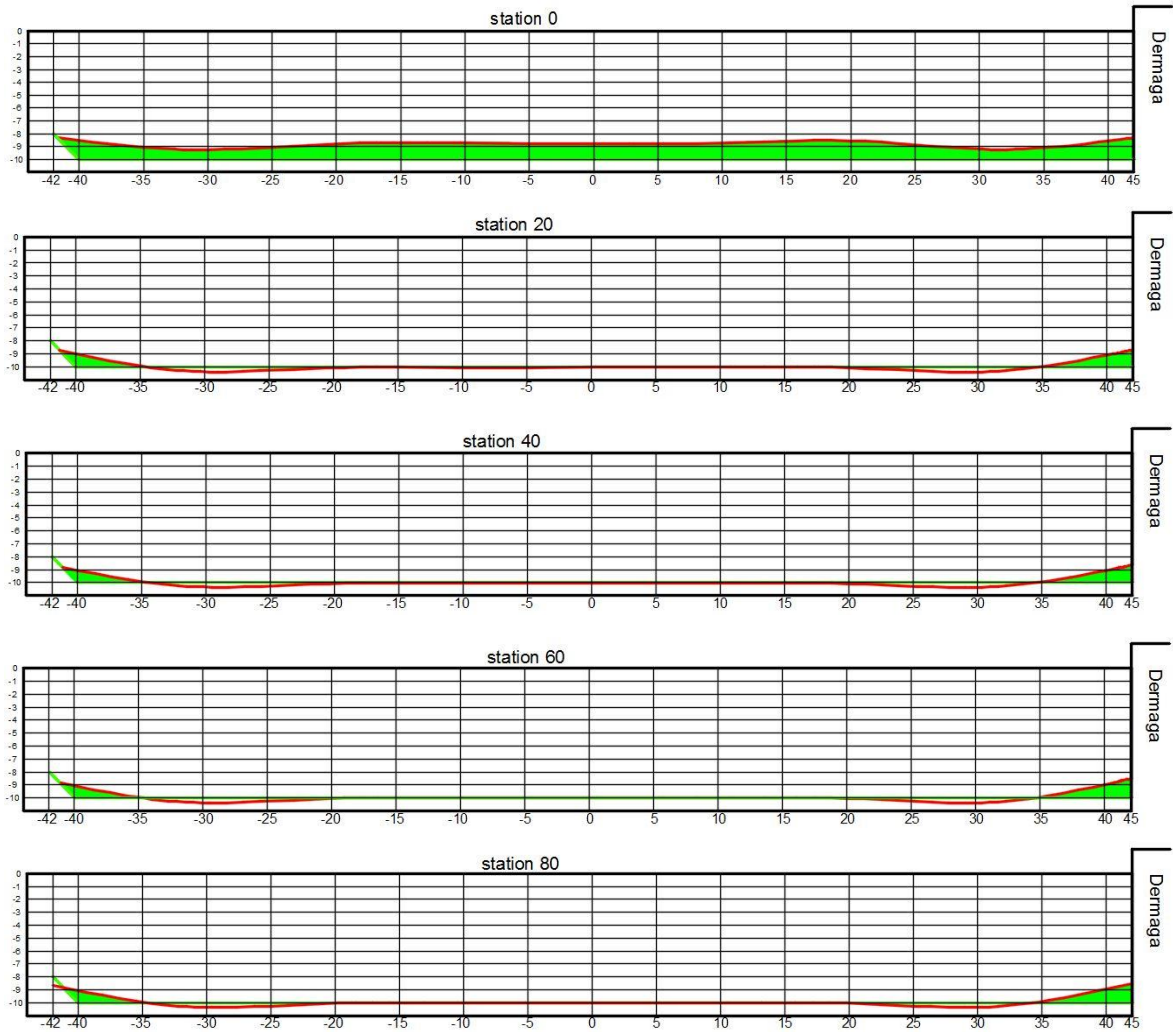
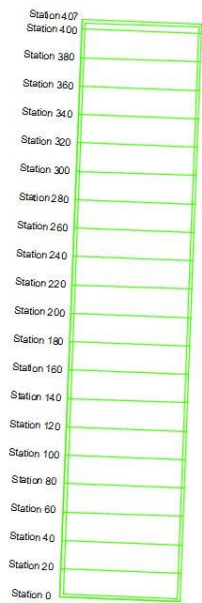


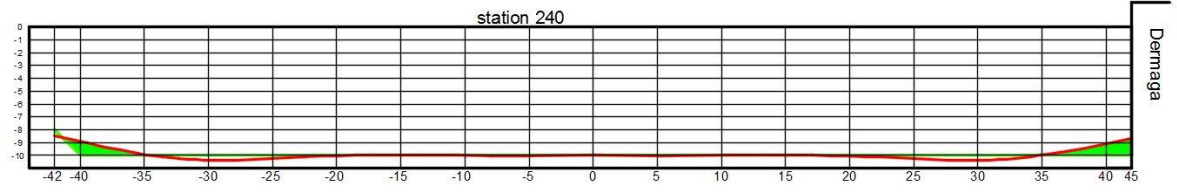
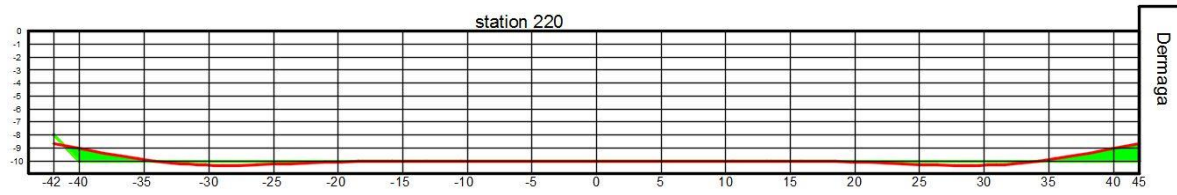
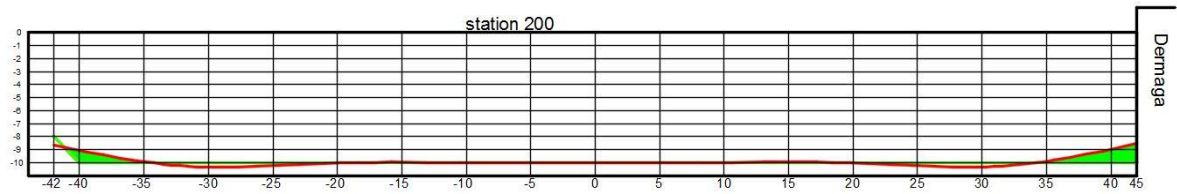
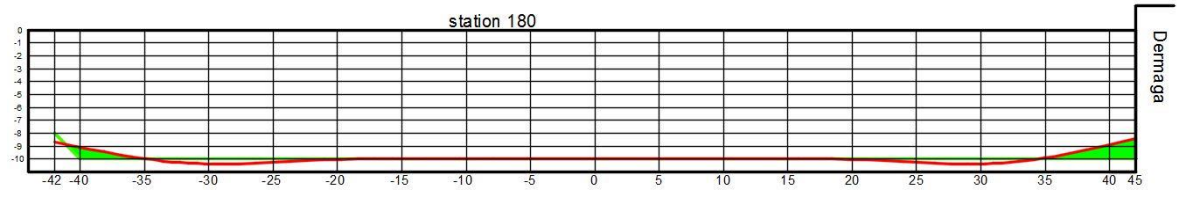
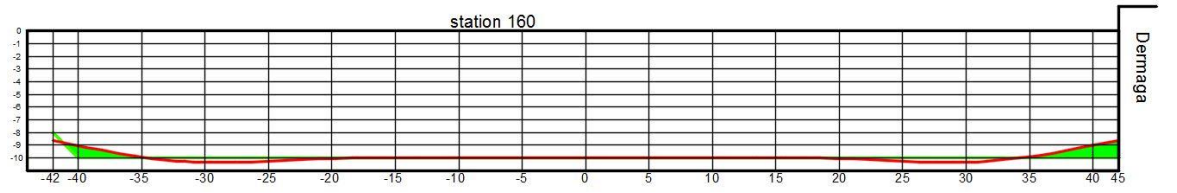
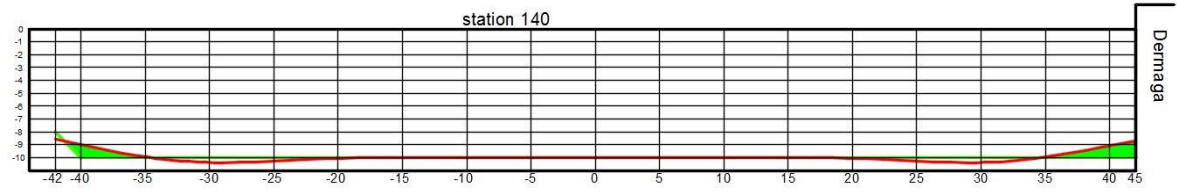
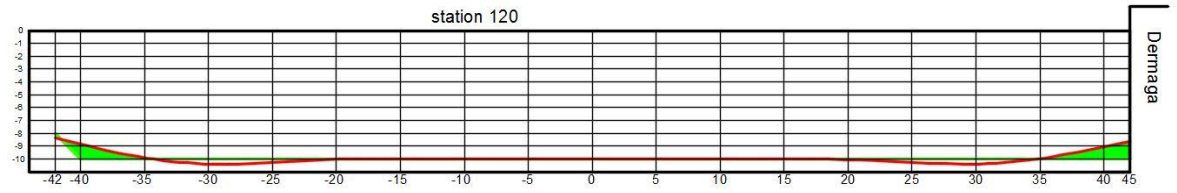
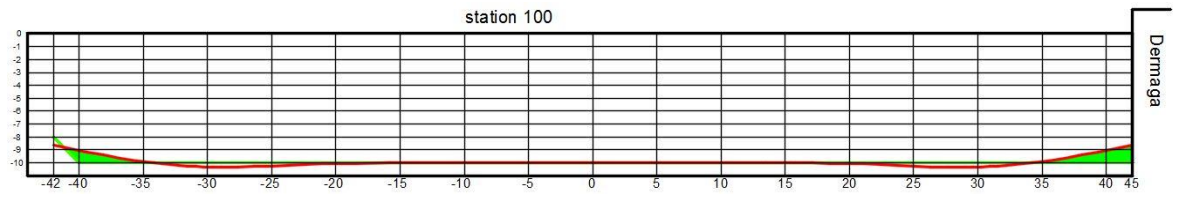


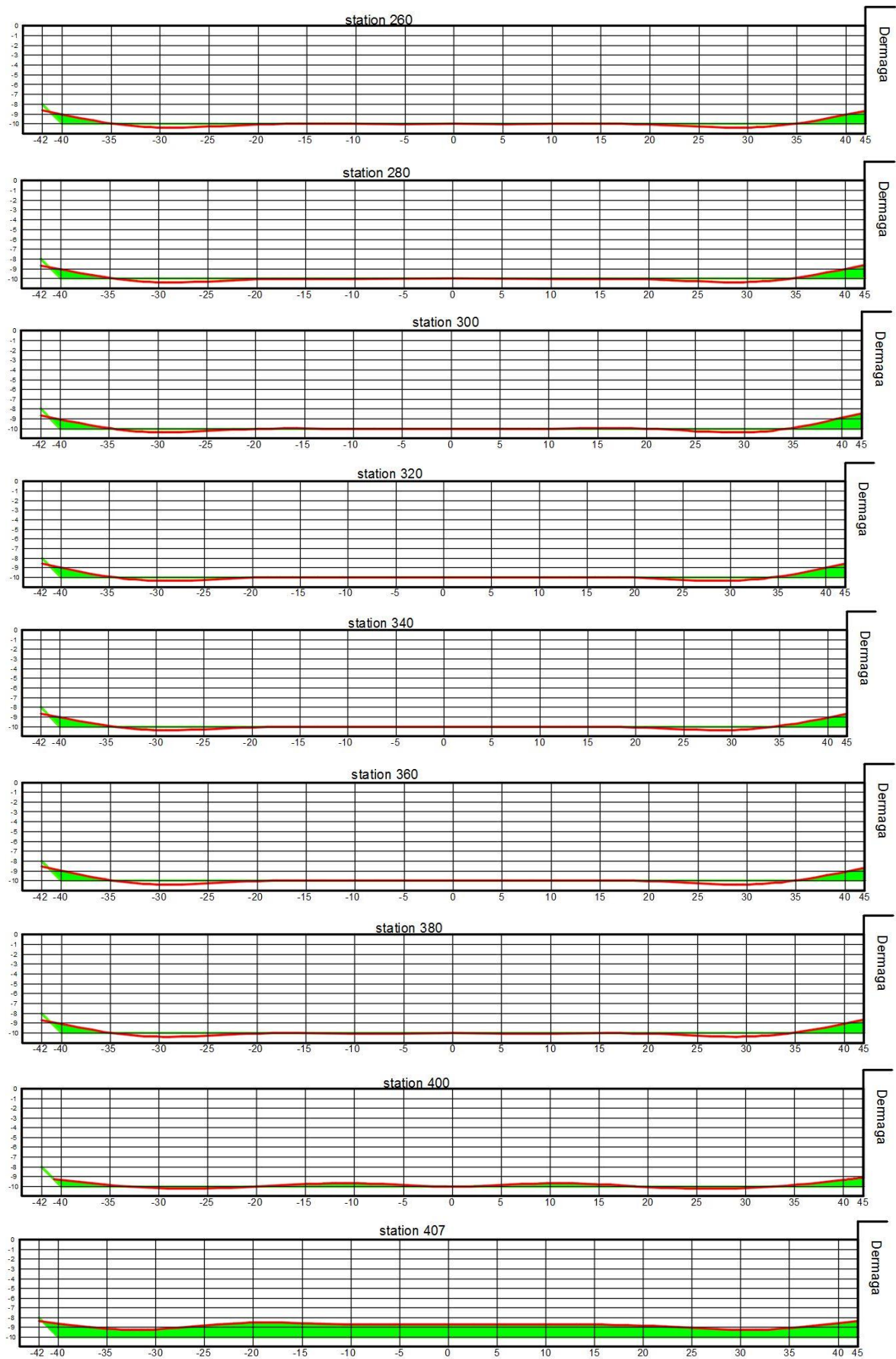
2. Kolam Dermaga 009



Pembagian Cross Section

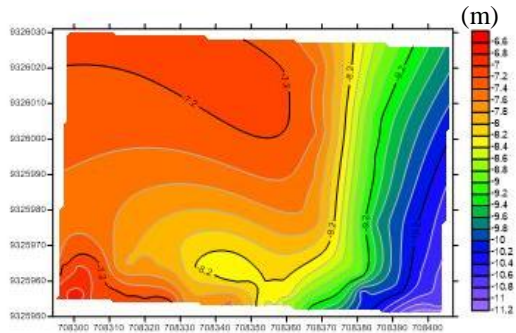




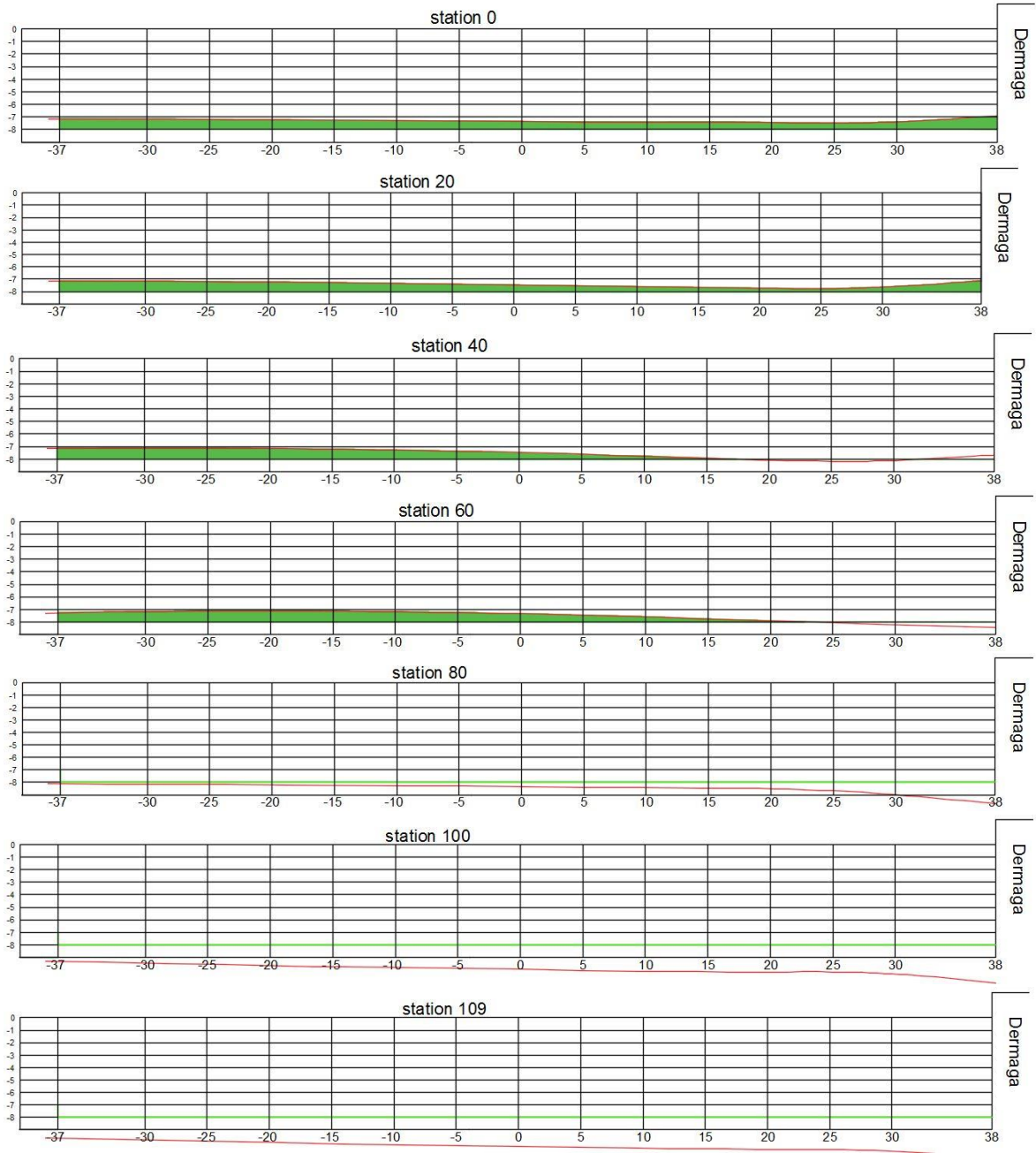
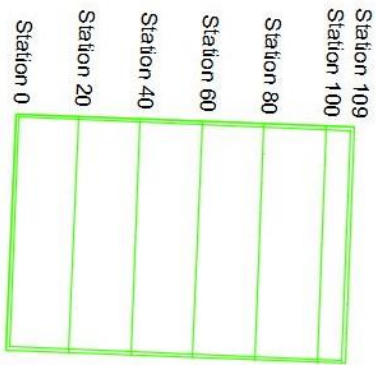


3. Dermaga 100

Kontur

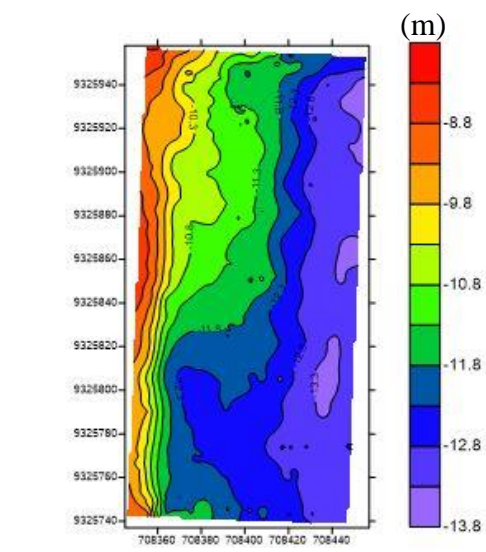


Pembagian Cross Section

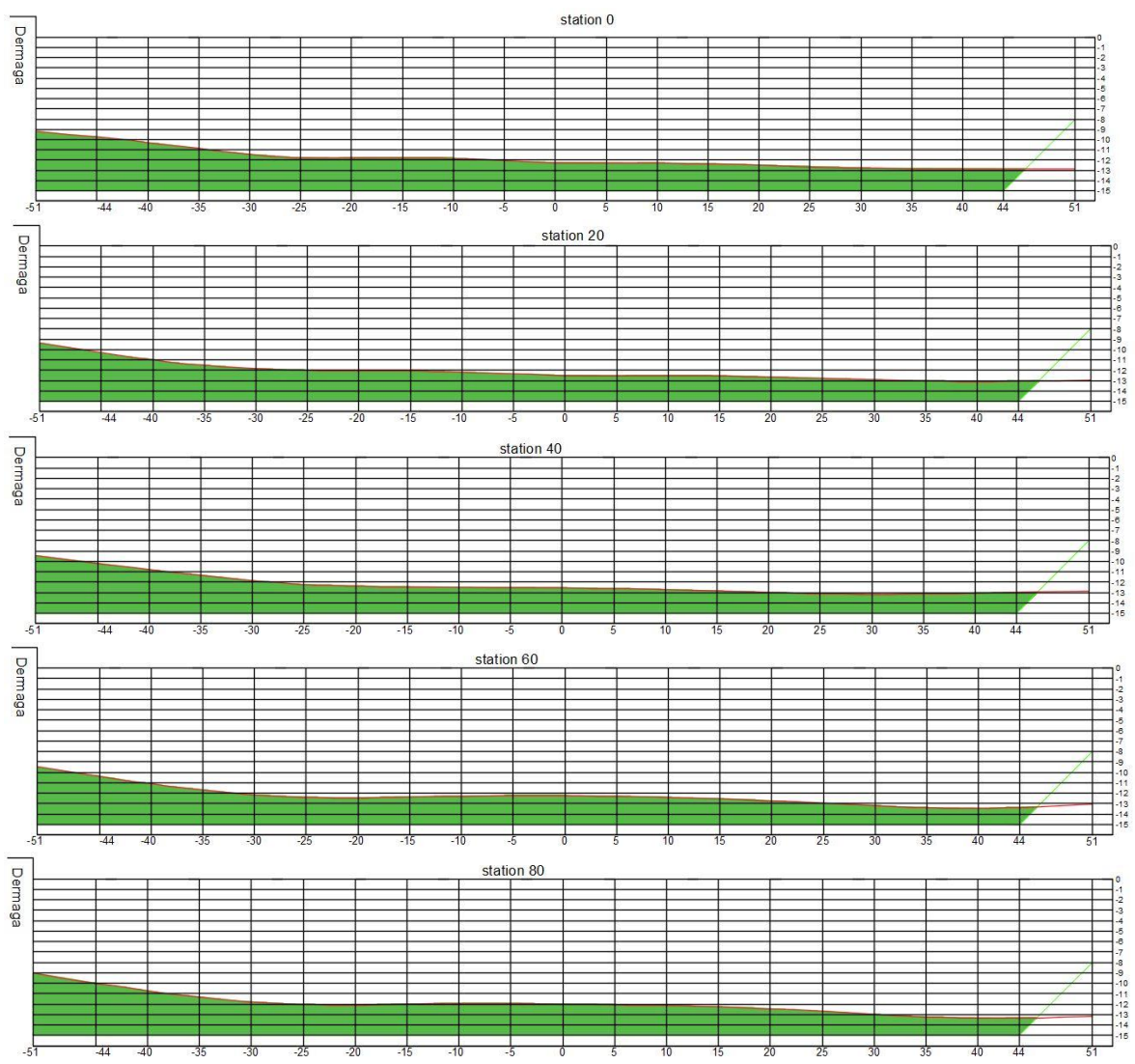
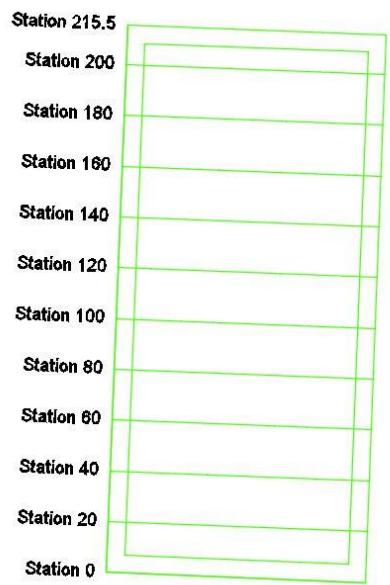


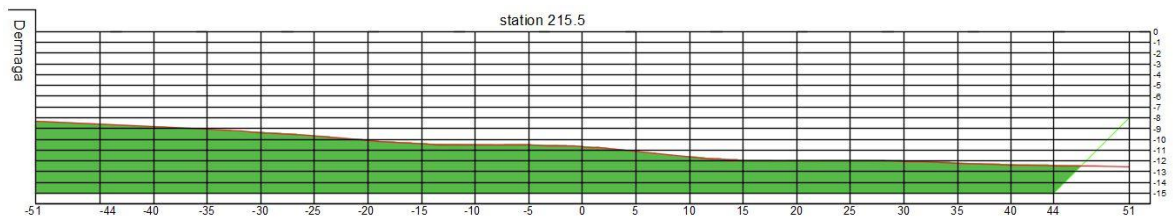
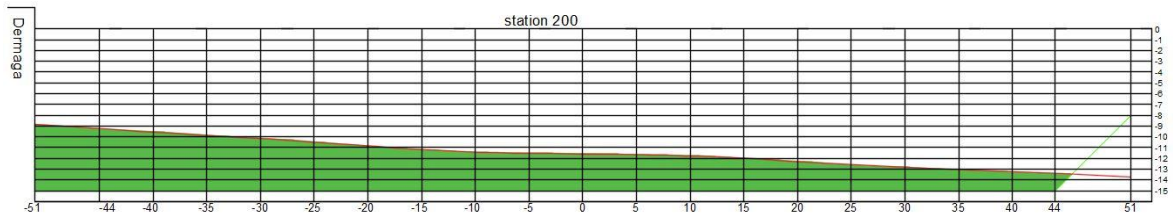
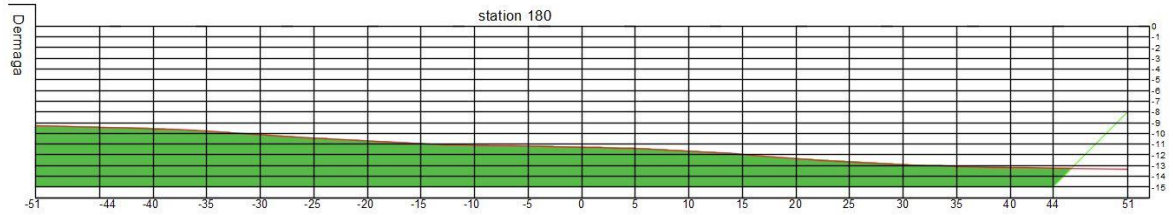
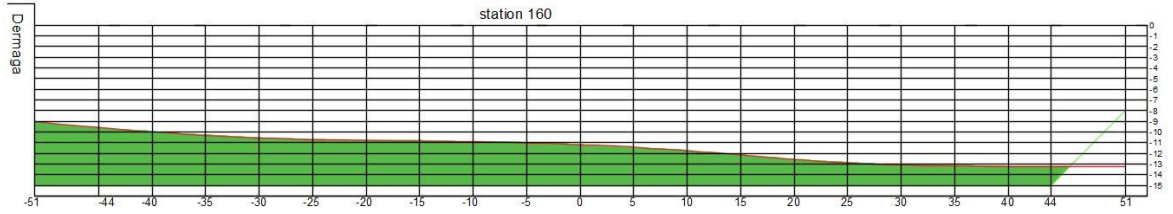
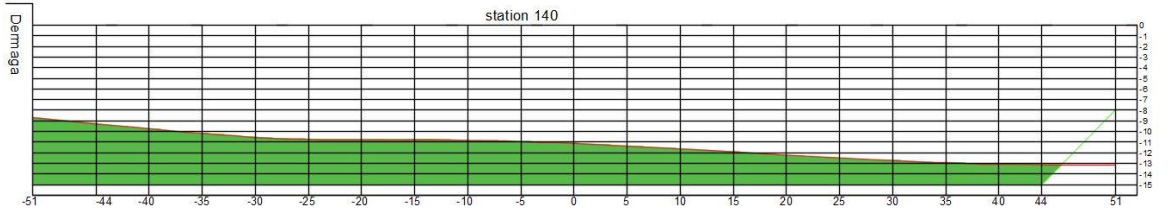
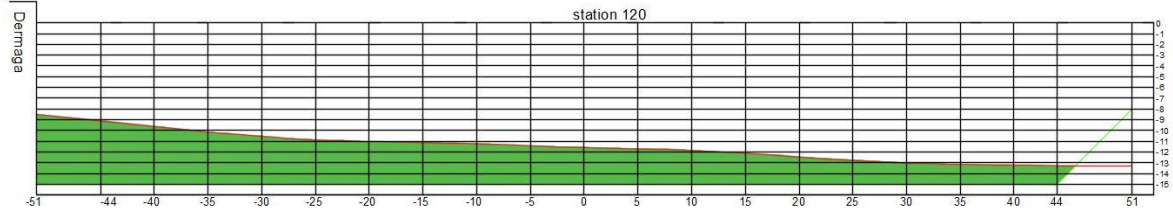
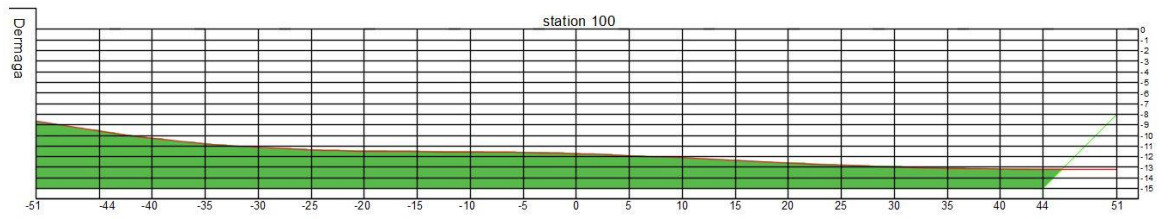
4. Dermaga 101 U

Kontur

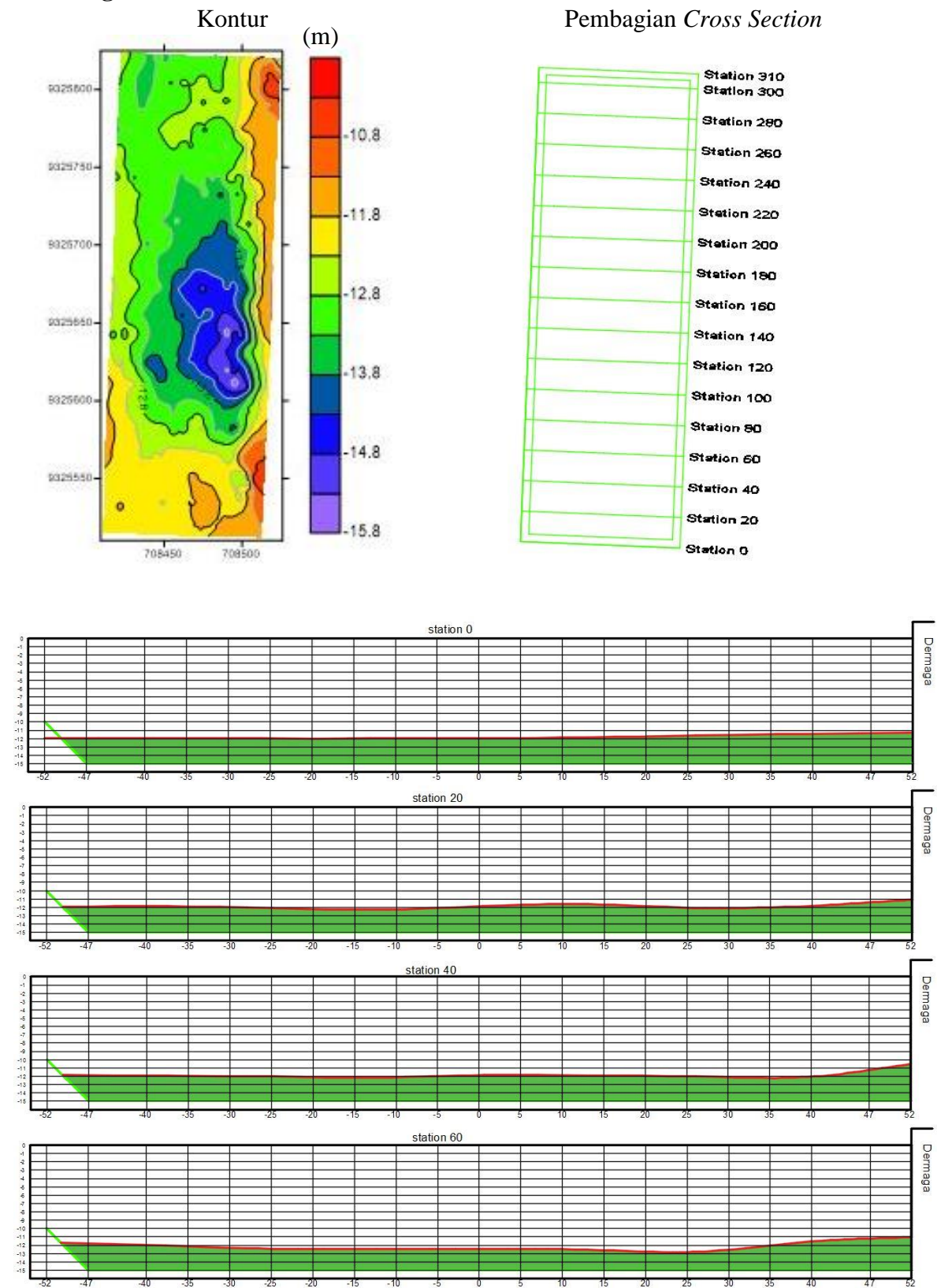


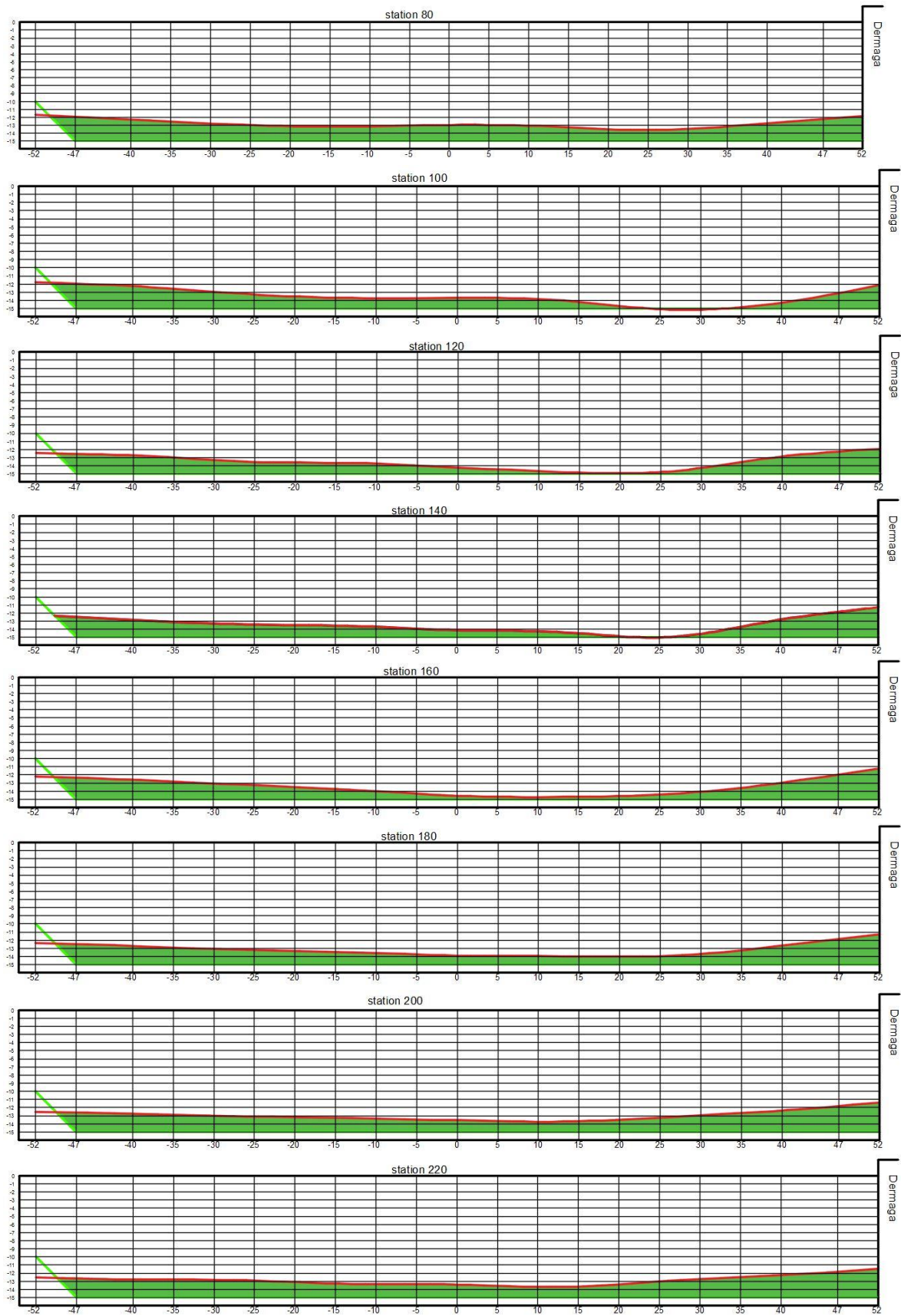
Pembagian Cross Section

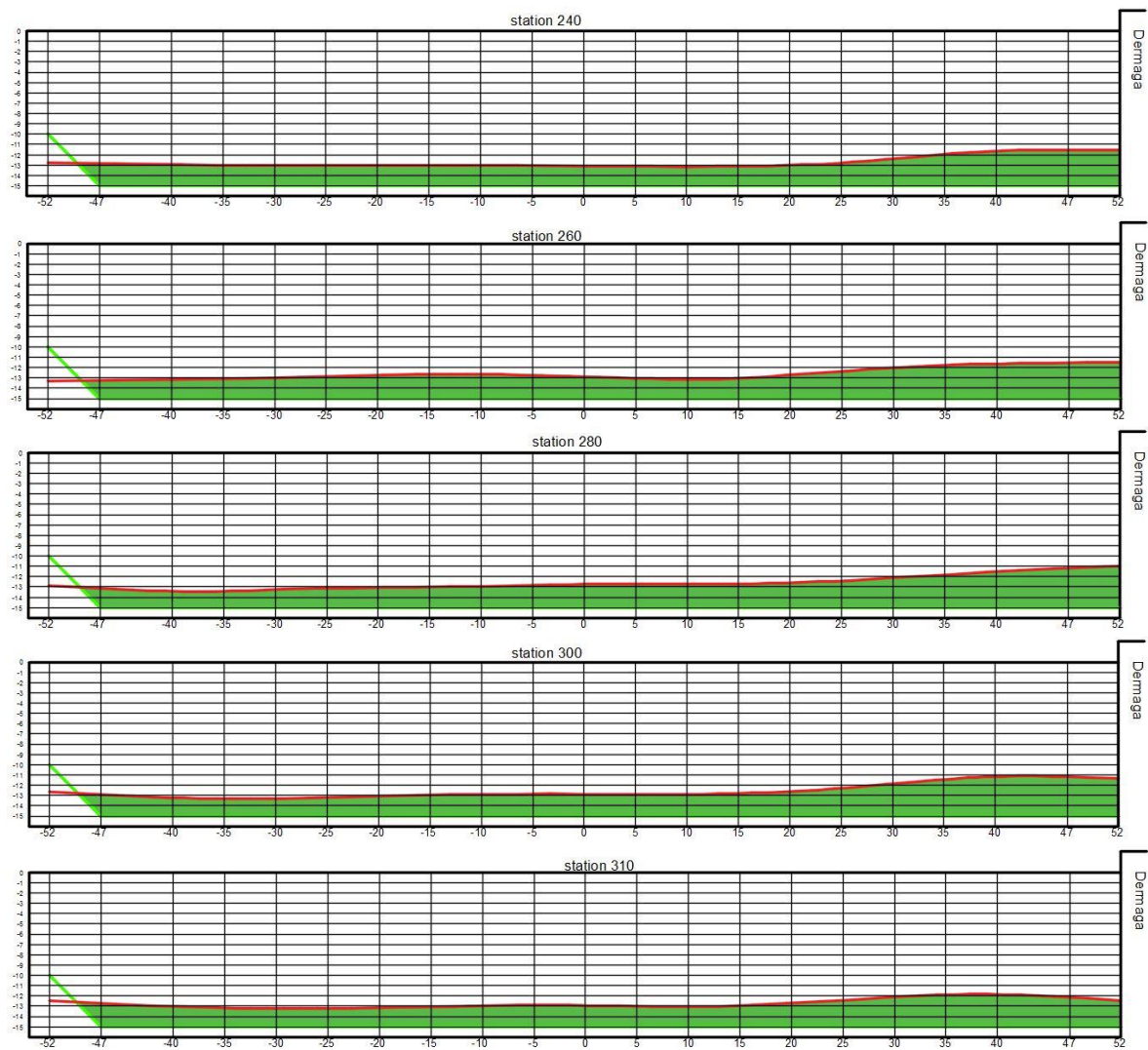




5. Dermaga 114

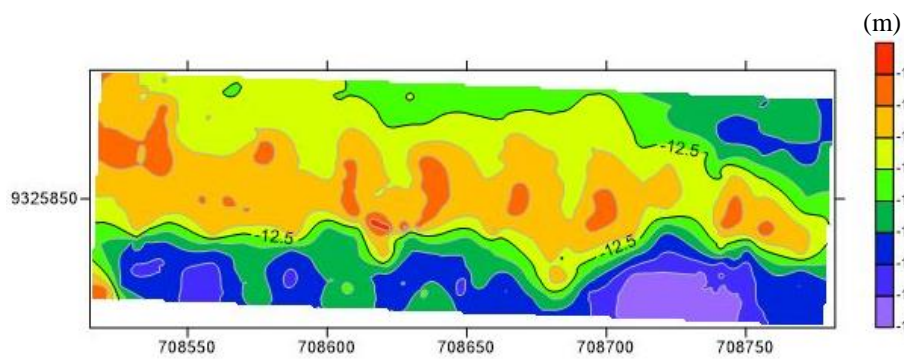




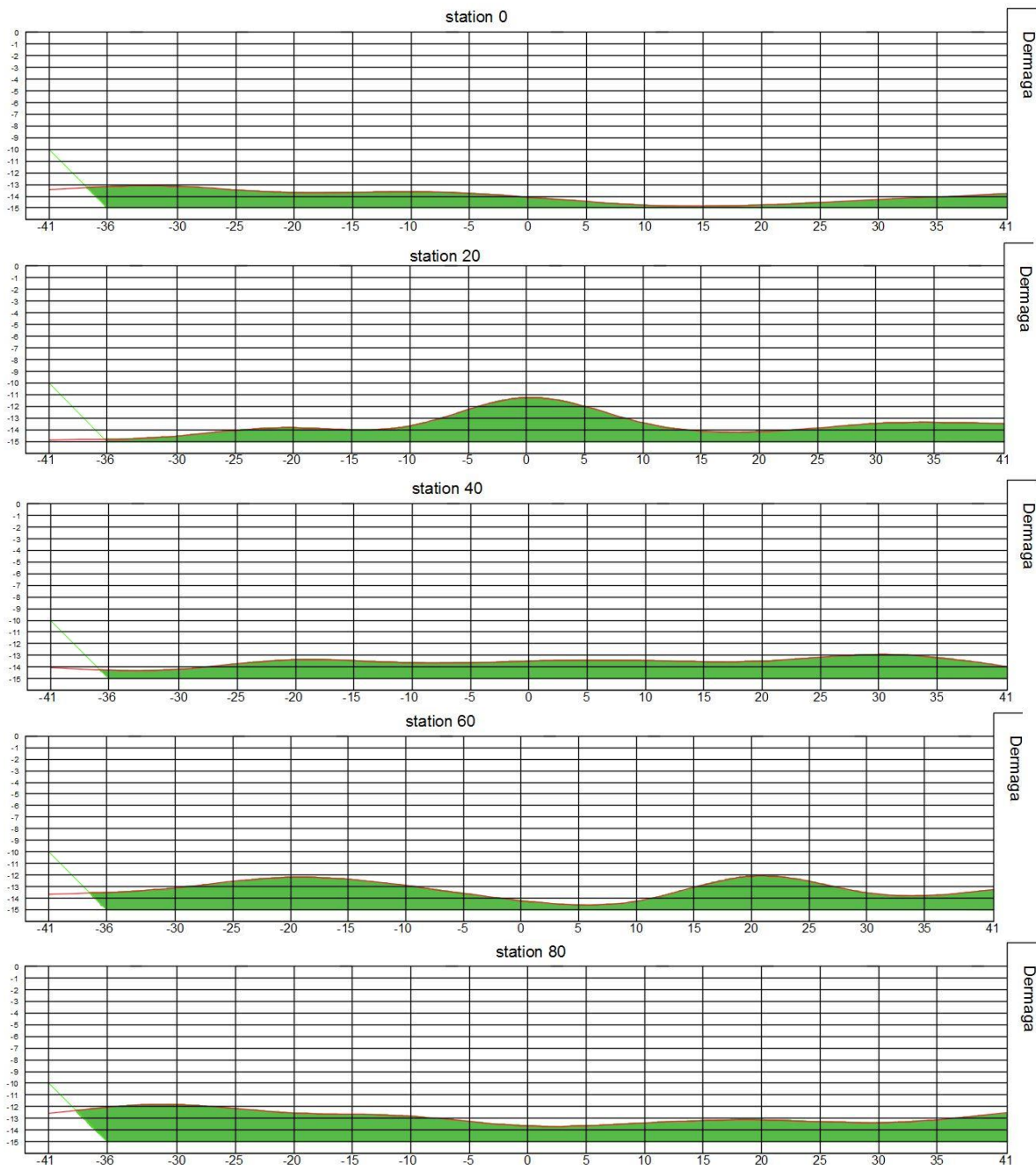
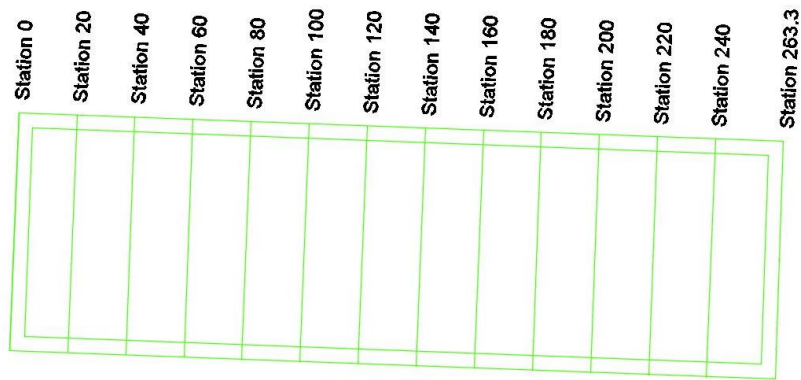


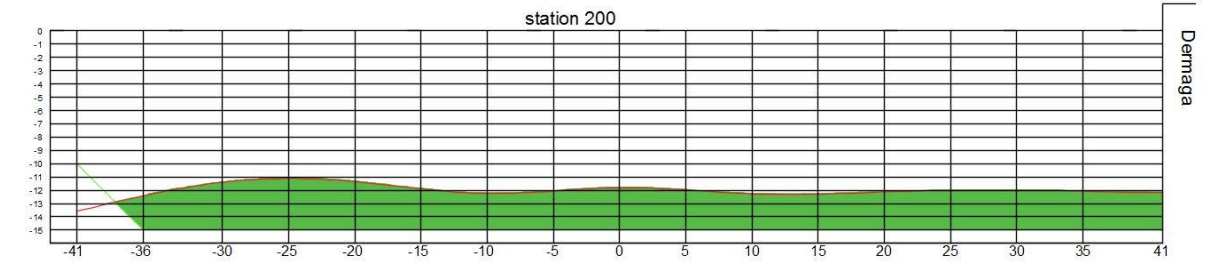
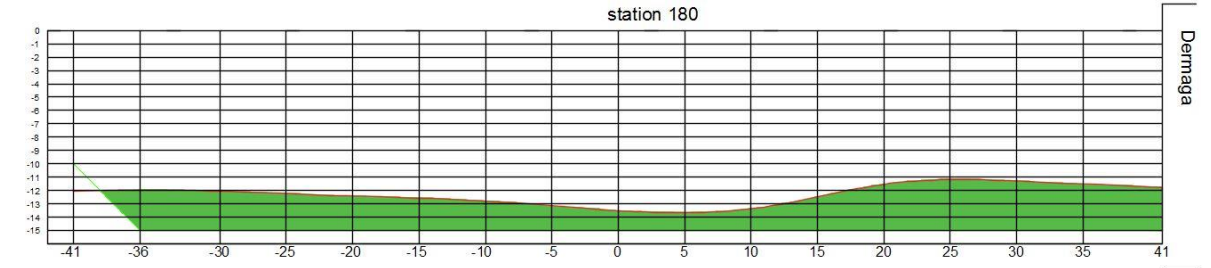
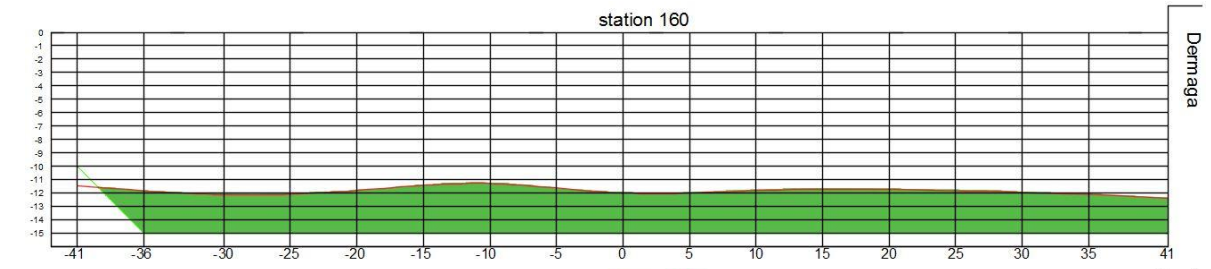
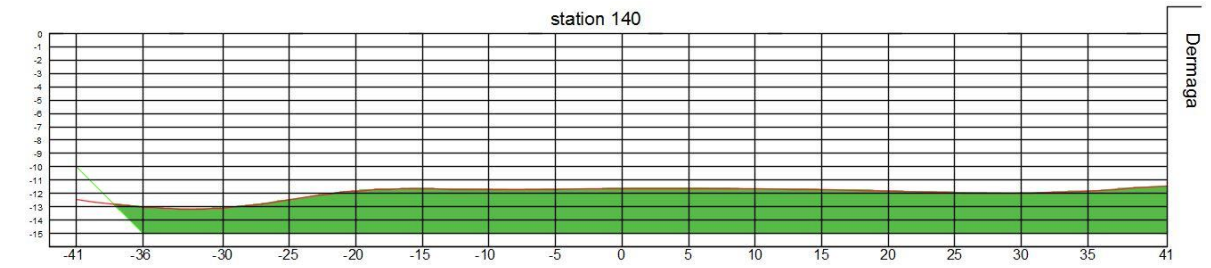
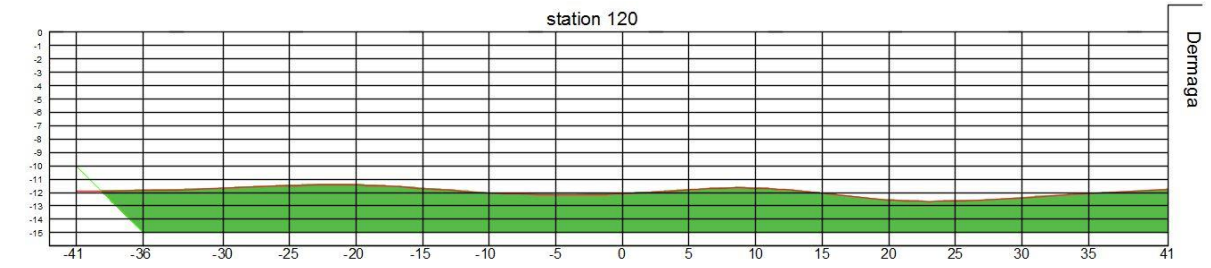
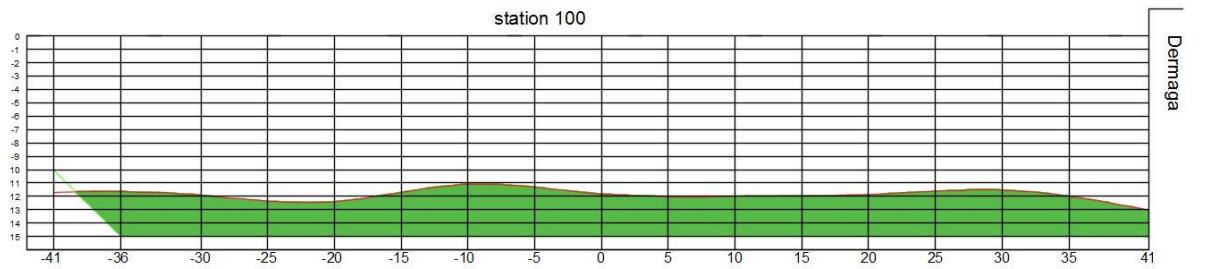
6. Dermaga 115

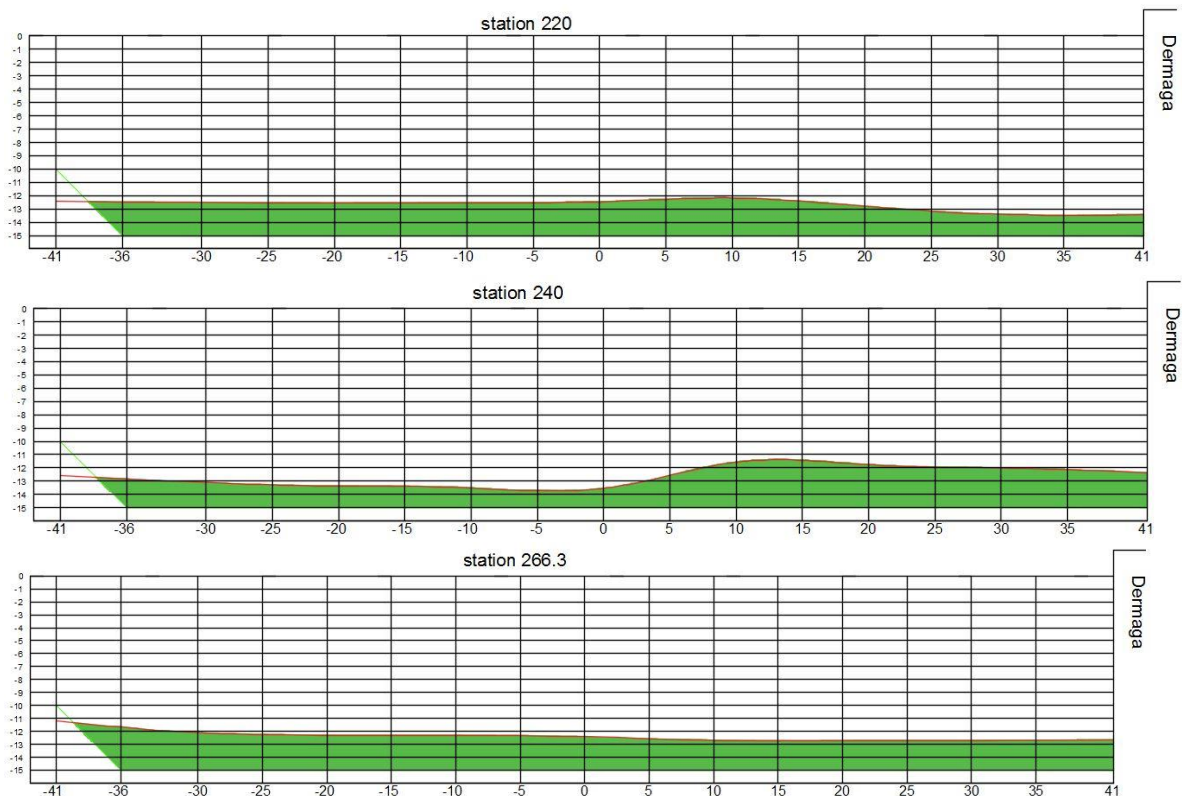
Kontur



Pembagian Cross Section

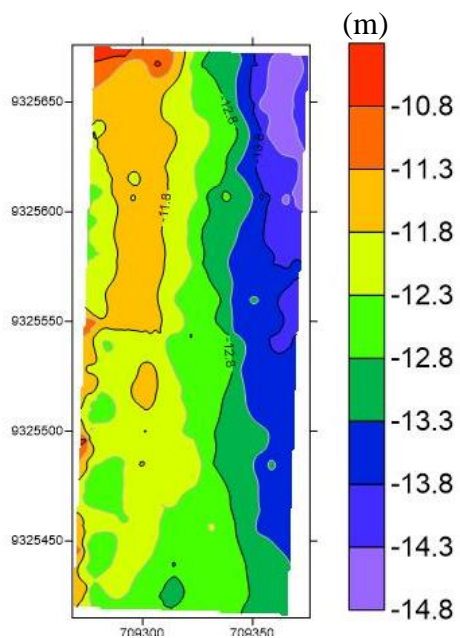




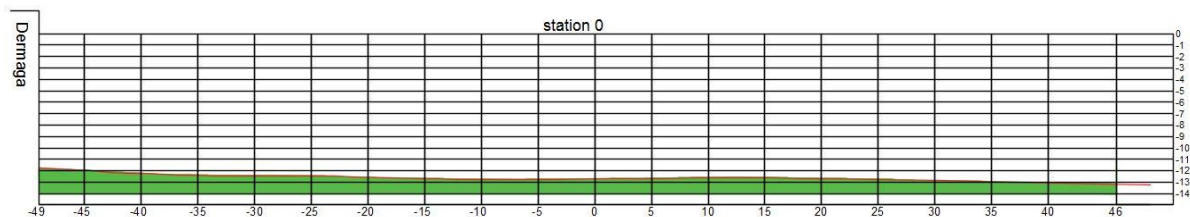


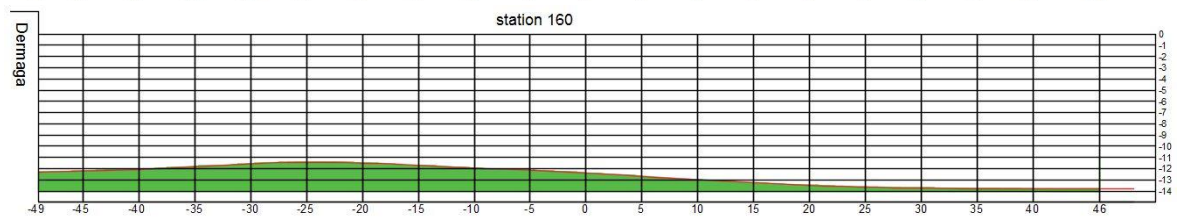
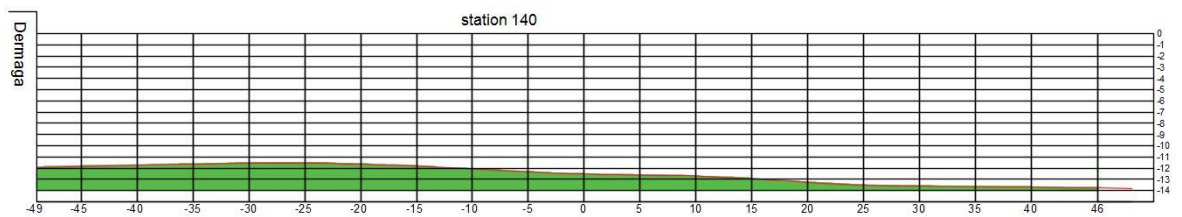
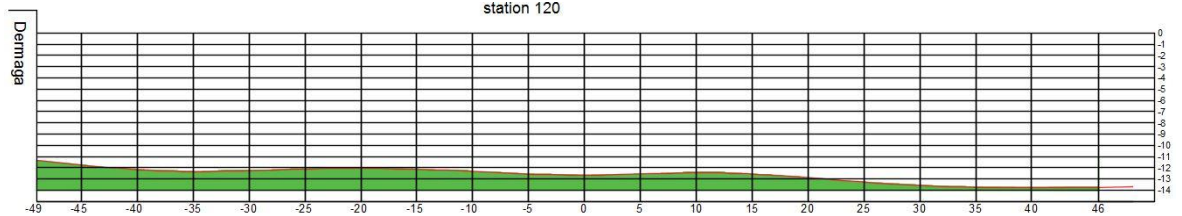
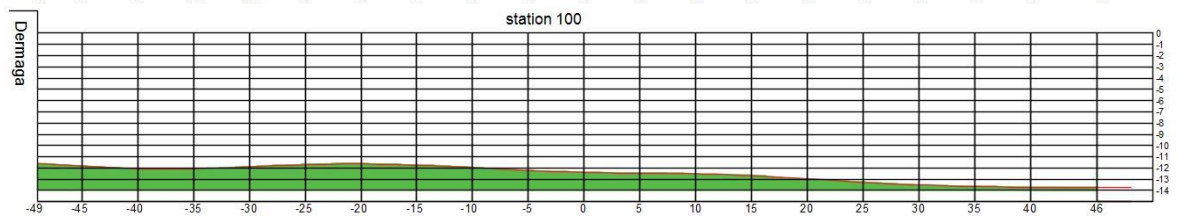
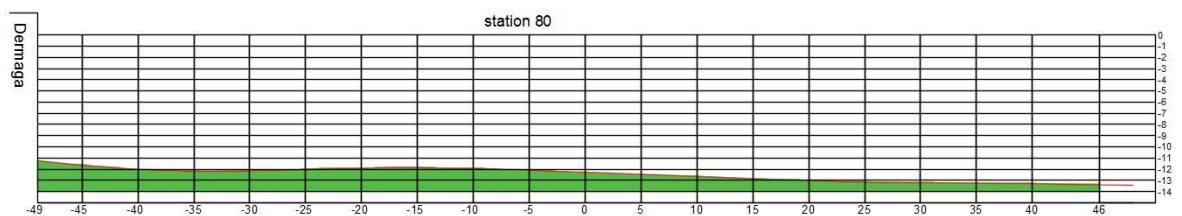
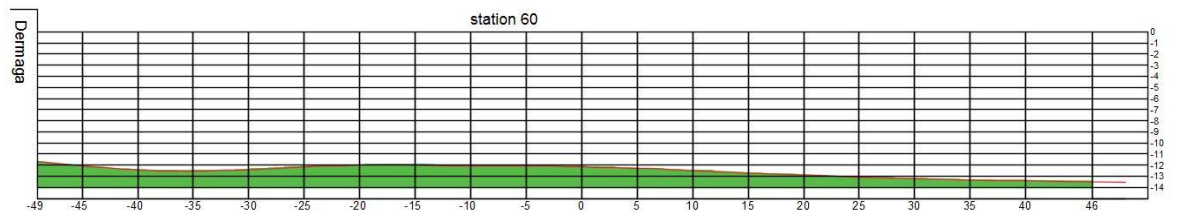
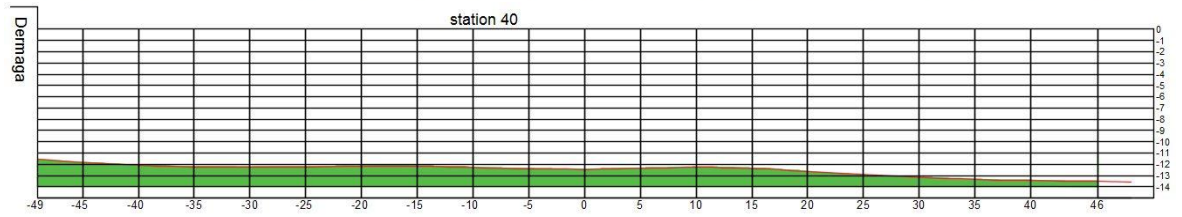
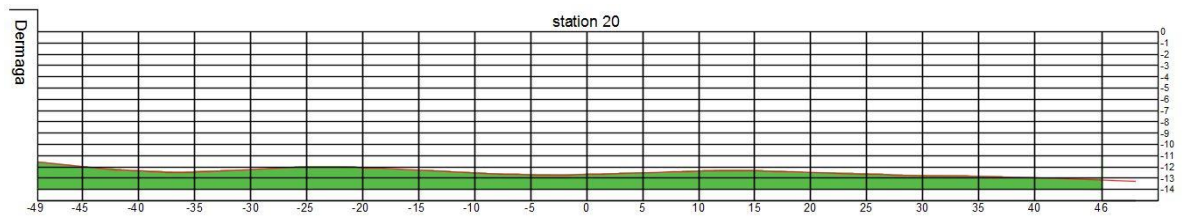
7. Dermaga 301

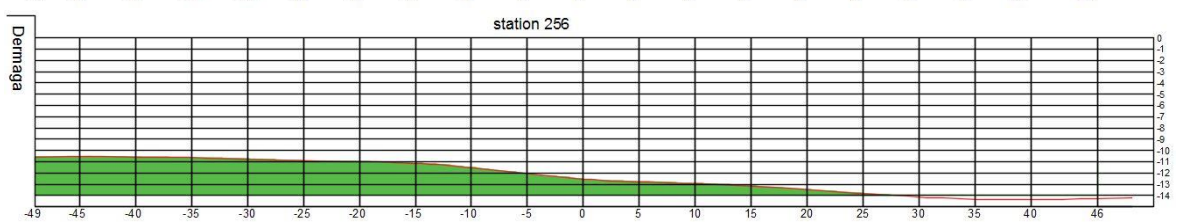
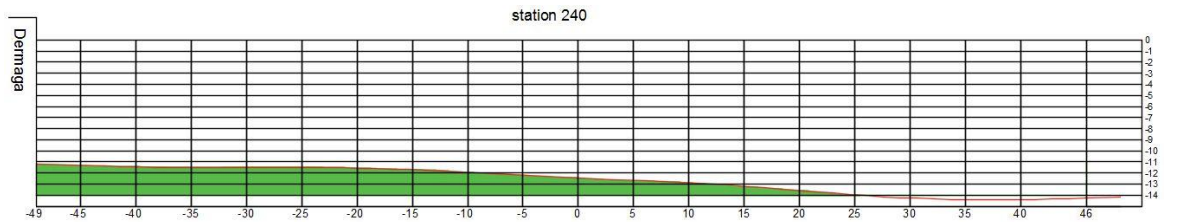
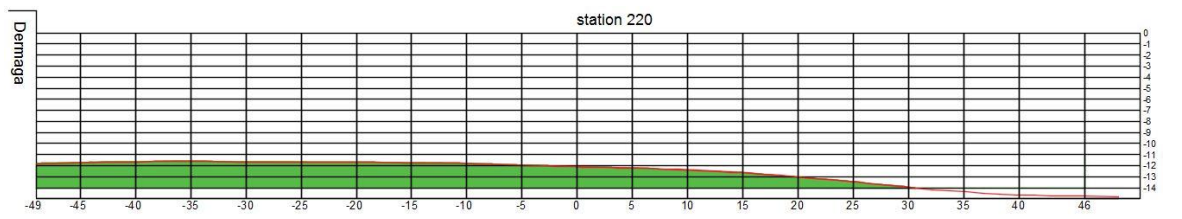
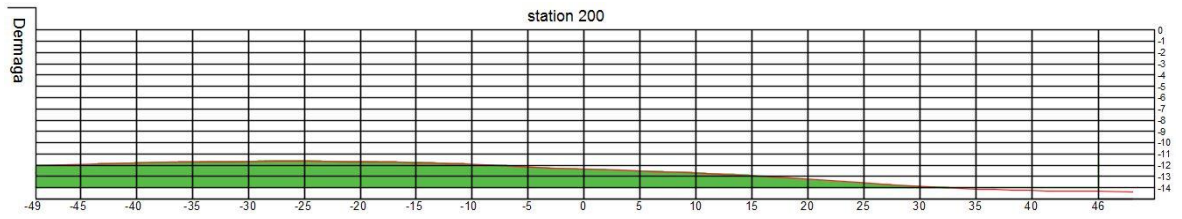
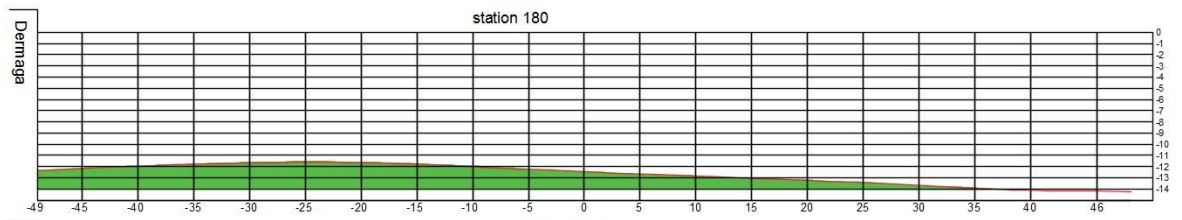
Kontur



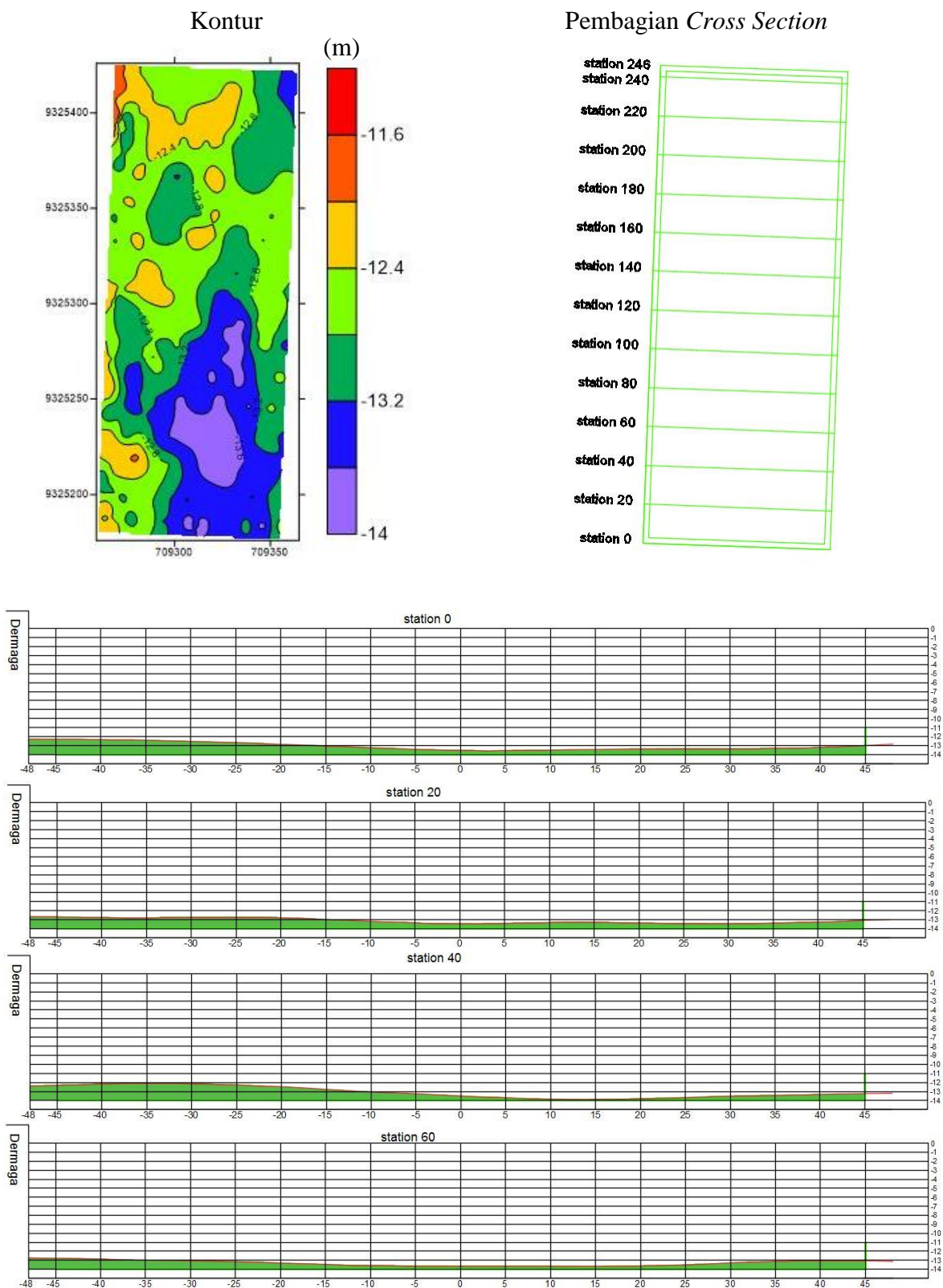
Pembagian Cross Section

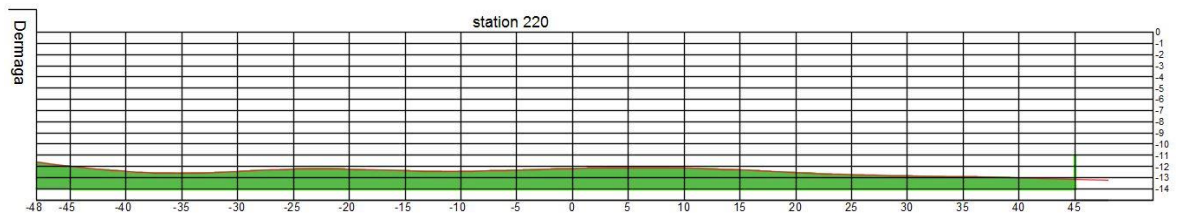
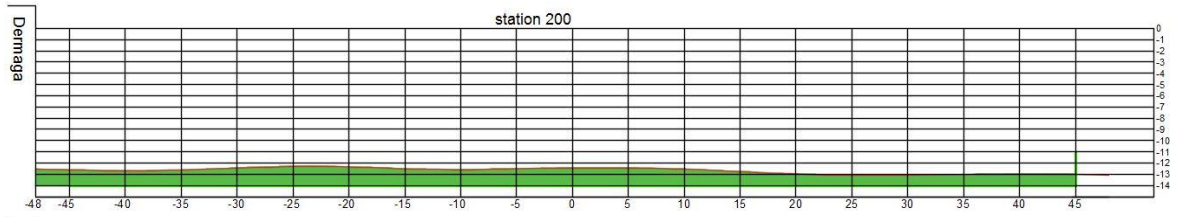
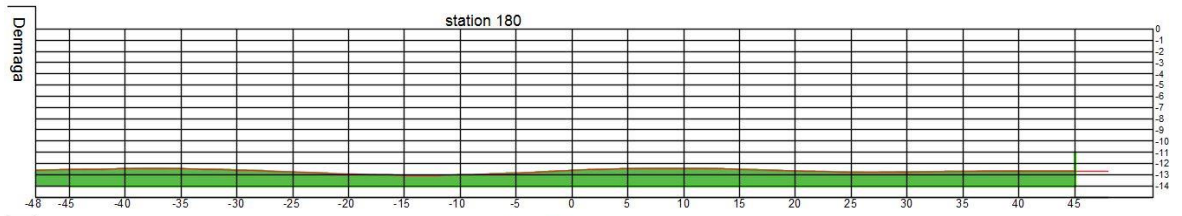
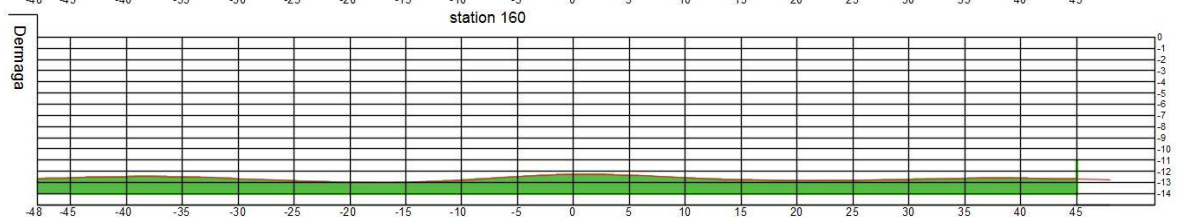
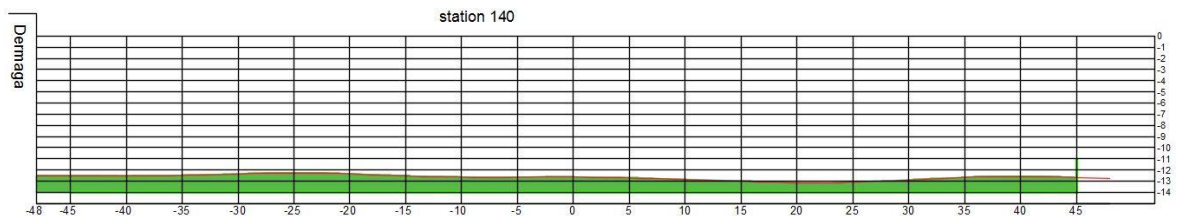
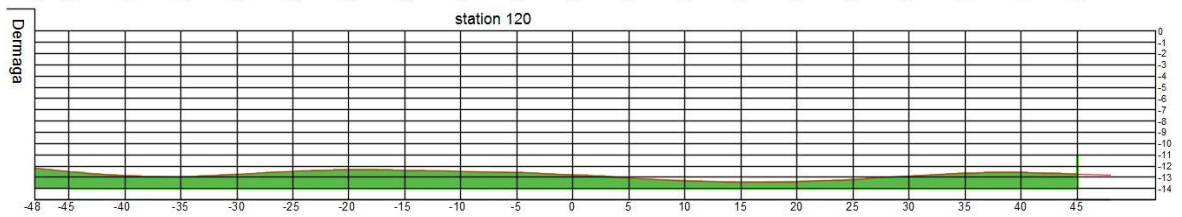
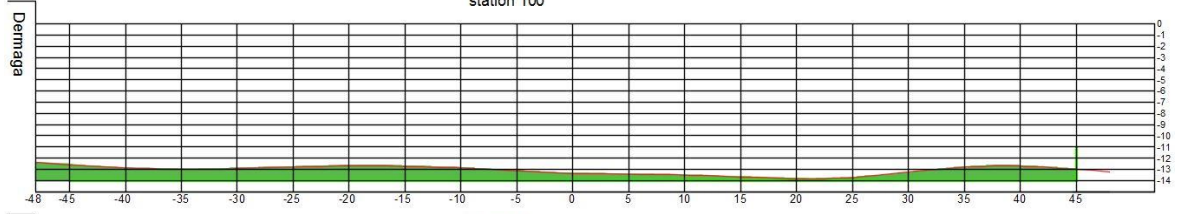
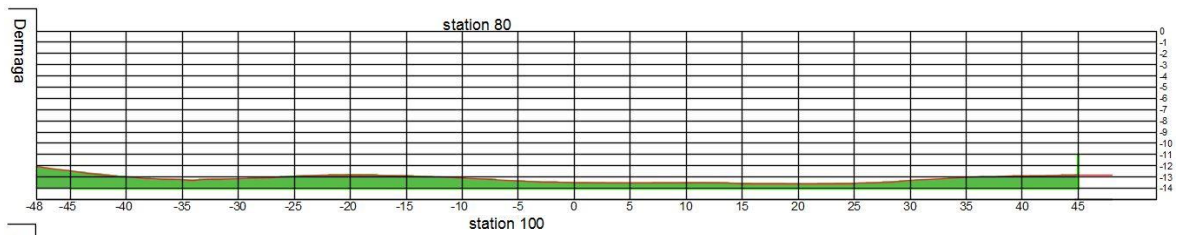


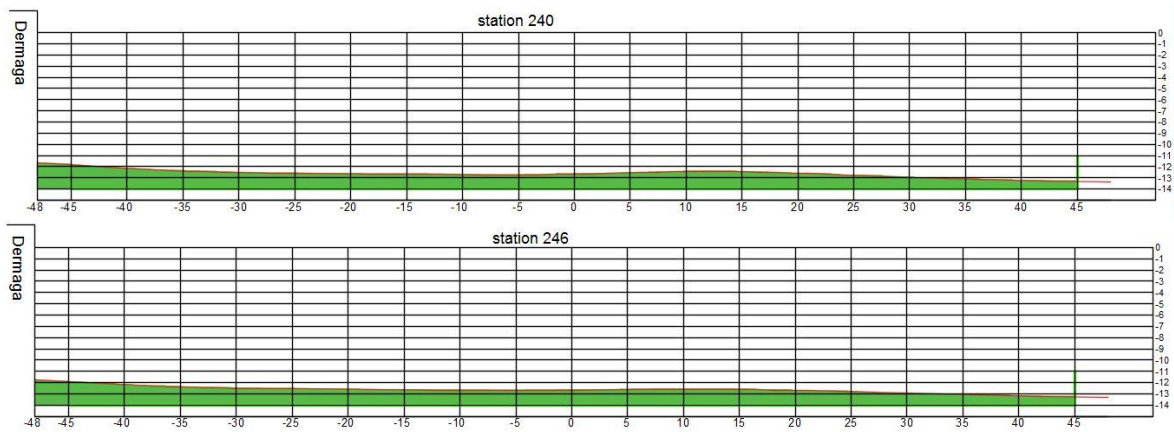




8. Dermaga 302

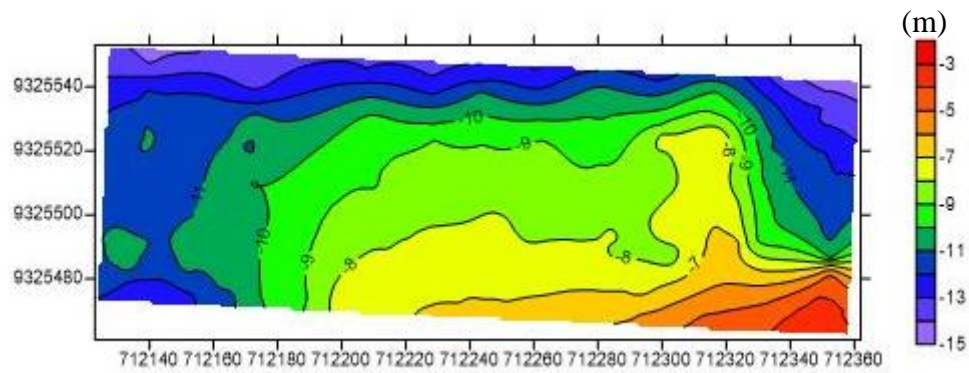




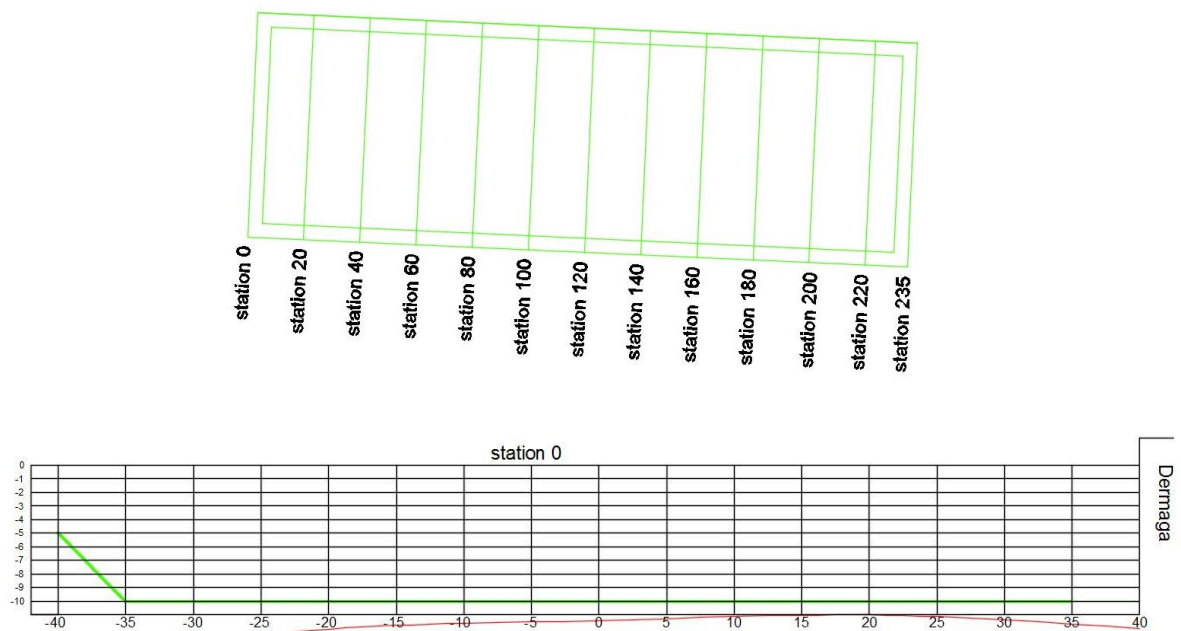


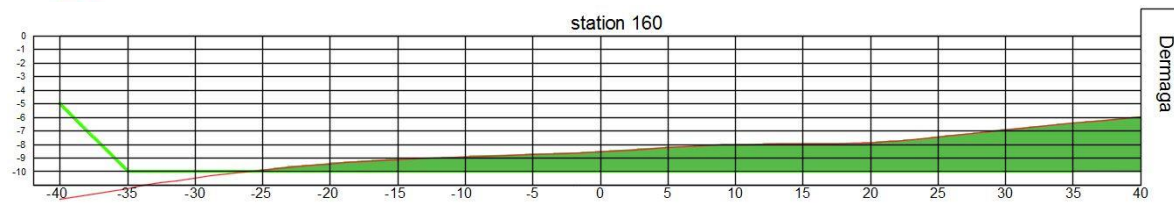
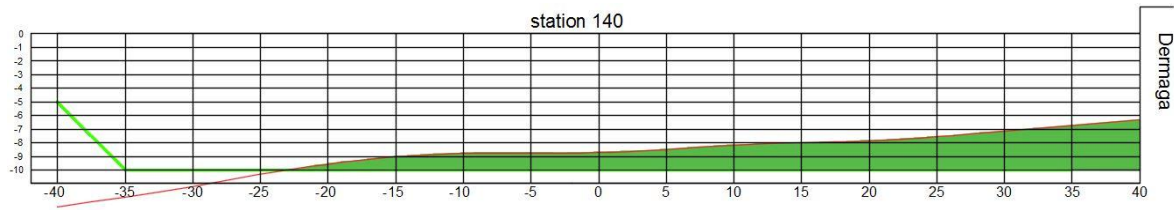
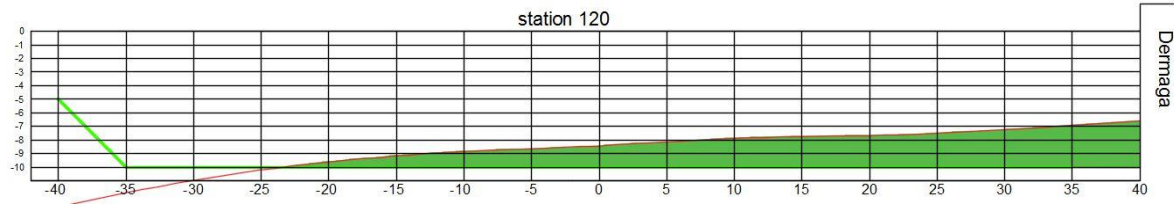
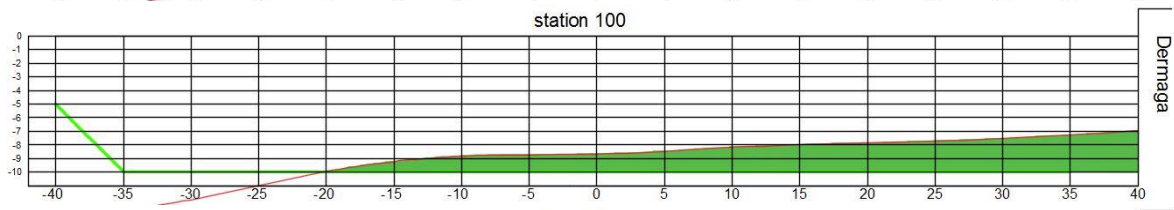
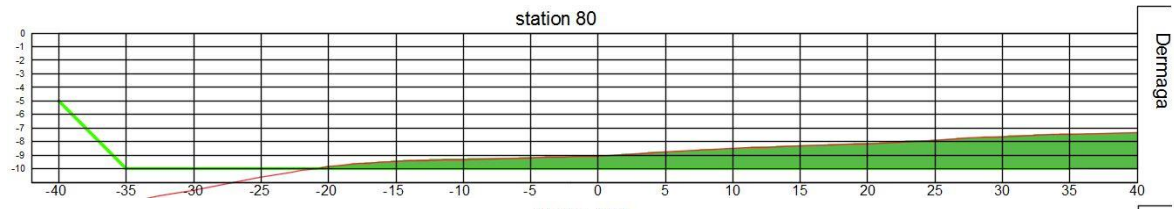
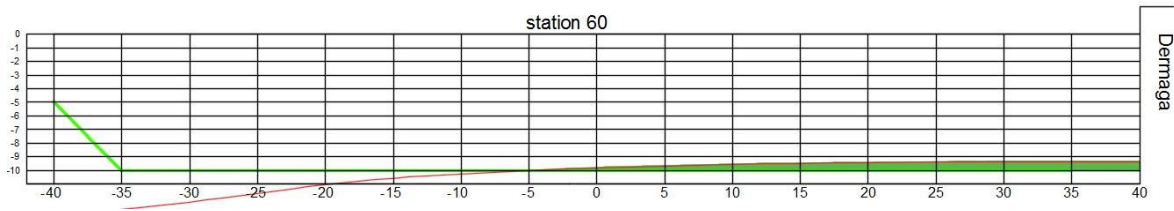
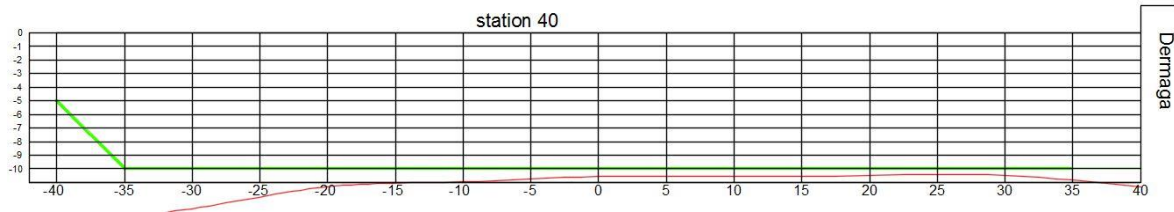
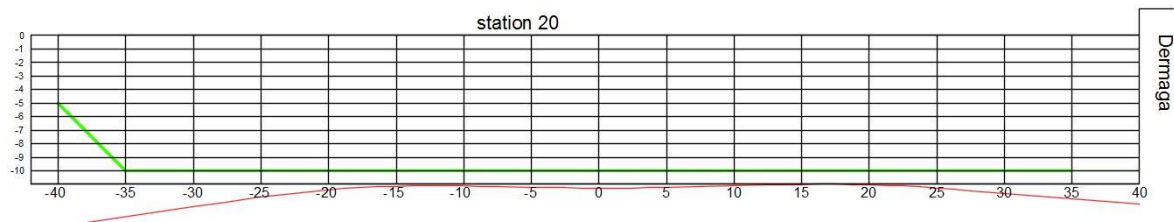
9. Dermaga DKP

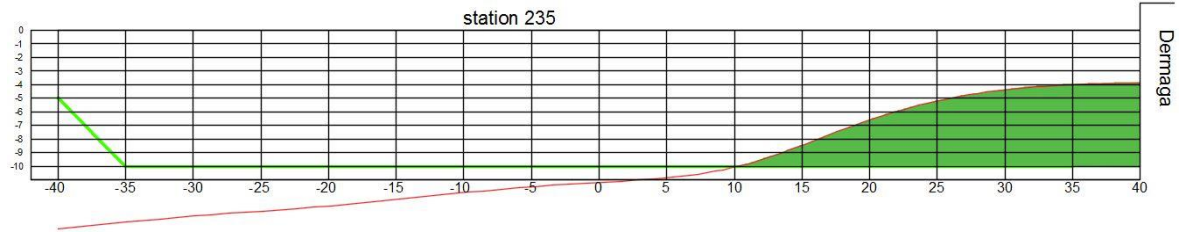
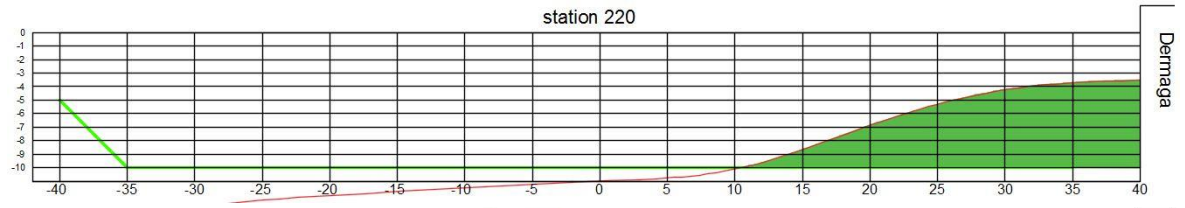
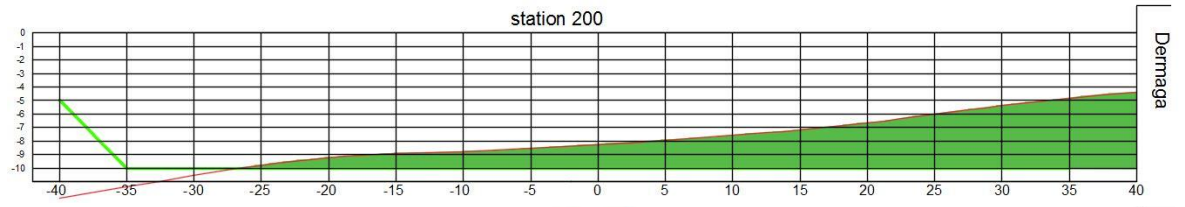
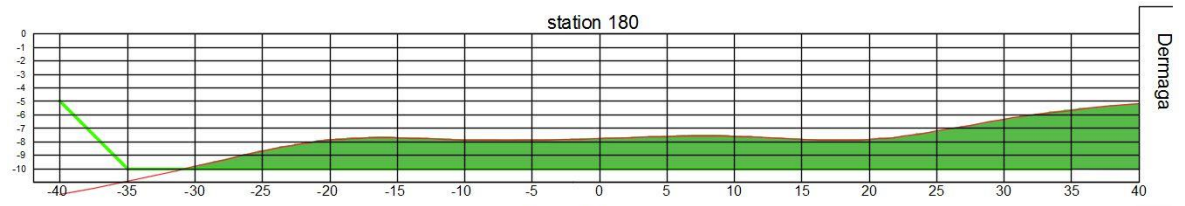
Kontur



Pembagian Cross Section







Lampiran D

Perhitungan Volume Pengerukan Manual

1. Kolam Dermaga 004

Dermaga 004		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	91,4198	
20	33,6164	1250,362
40	58,4672	920,836
60	82,0553	1405,225
80	87,3687	1694,24
100	73,1573	1605,26
120	55,9509	1291,082
140	42,4127	983,636
160	54,754	971,667
180	88,1852	1429,392
200	103,2225	1914,077
220	74,8021	1780,246
240	58,8385	1336,406
248	123,2108	728,1972
Total		17310,63
Resiltation (5%)		865,53
Total Volume		18.176,16 m ³

2. Kolam Dermaga 009

Dermaga 009		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	96,4073	
20	7,4869	1038,942
40	7,6918	151,787
60	7,855	155,468
80	5,2545	131,095
100	7,8603	131,148
120	8,3912	162,515
140	7,7283	161,195
160	7,7997	155,28
180	8,2949	160,946
200	8,1568	164,517
220	7,9059	160,627
240	7,9753	158,812
260	7,5565	155,318
280	7,8873	154,438
300	8,5576	164,449
320	8,0539	166,115
340	7,8224	158,763
360	7,507	153,294
380	7,3333	148,403
400	7,6643	149,976
407	97,2006	367,02715
Total		4350,12
Resiltation (5%)		217,51
Total Volume		4.567,62 m ³

3. Kolam Dermaga 100

Dermaga 100		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	50,6763	
20	41,8726	925,489
40	33,4766	753,492
60	37,1663	706,429
80	0	371,663
100	0	0
109	0	0
Total		2757,07
Resiltation (5%)		137,85
Total Volume		2.894,93 m ³

4. Kolam Dermaga 101 U

Dermaga 101 U		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	302,6862	
20	274,2378	5769,24
40	260,7683	5350,061
60	260,2866	5210,549
80	288,7434	5490,3
100	314,939	6036,824
120	341,154	6560,93
140	358,5353	6996,893
160	342,826	7013,613
180	354,8104	6976,364
200	347,704	7025,144
215,5	414,7331	5908,887525
Total		68338,806
Resiltation (5%)		3416,94
Total Volume		71.755,75 m ³

5. Kolam Dermaga 114

Dermaga 114		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	322,61	
20	312,4277	6350,377
40	309,585	6220,127
60	278,9629	5885,479
80	211,8964	4908,593
100	136,4594	3483,558
120	135,3349	2717,943
140	142,7676	2781,025
160	141,6188	2843,864
180	171,7786	3133,974
200	196,7921	3685,707
220	205,6178	4024,099
240	227,059	4326,768
260	239,6974	4667,564
280	238,9579	4786,553
300	243,5727	4825,306
310	226,5838	2350,7825
Total		55029,08
Resiltation (5%)		2751,45
Total Volume		57.780,53 m ³

6. Kolam Dermaga 115

Dermaga 115		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	76,716	
20	115,355	1920,71
40	113,103	2284,58
60	137,0646	2501,676
80	162,1352	2991,998
100	247,1601	4092,953
120	237,9576	4851,177
140	236,9702	4749,278
160	246,3599	4833,301
180	206,792	4531,519
200	239,8138	4466,058
220	180,1394	4199,532
240	182,3778	3625,172
263,3	200,6392	4462,14805
Total		49510,102
Resiltation (%)		2475,51
Total Volume		51.985,61 m ³

7. Kolam Dermaga 301

Dermaga 301		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	130,345	
20	144,0614	2744,064
40	142,0286	2860,9
60	139,539	2815,676
80	145,2319	2847,709
100	142,8395	2880,714
120	127,7403	2705,798
140	140,0575	2677,978
160	132,5922	2726,497
180	131,2367	2638,289
200	135,1262	2663,629
220	146,6998	2818,26
240	137,0505	2837,503
256	164,8859	2415,4912
Total		35632,5082
Resiltation (%)		1781,63
Total Volume		37.414,13 m ³

8. Kolam Dermaga 302

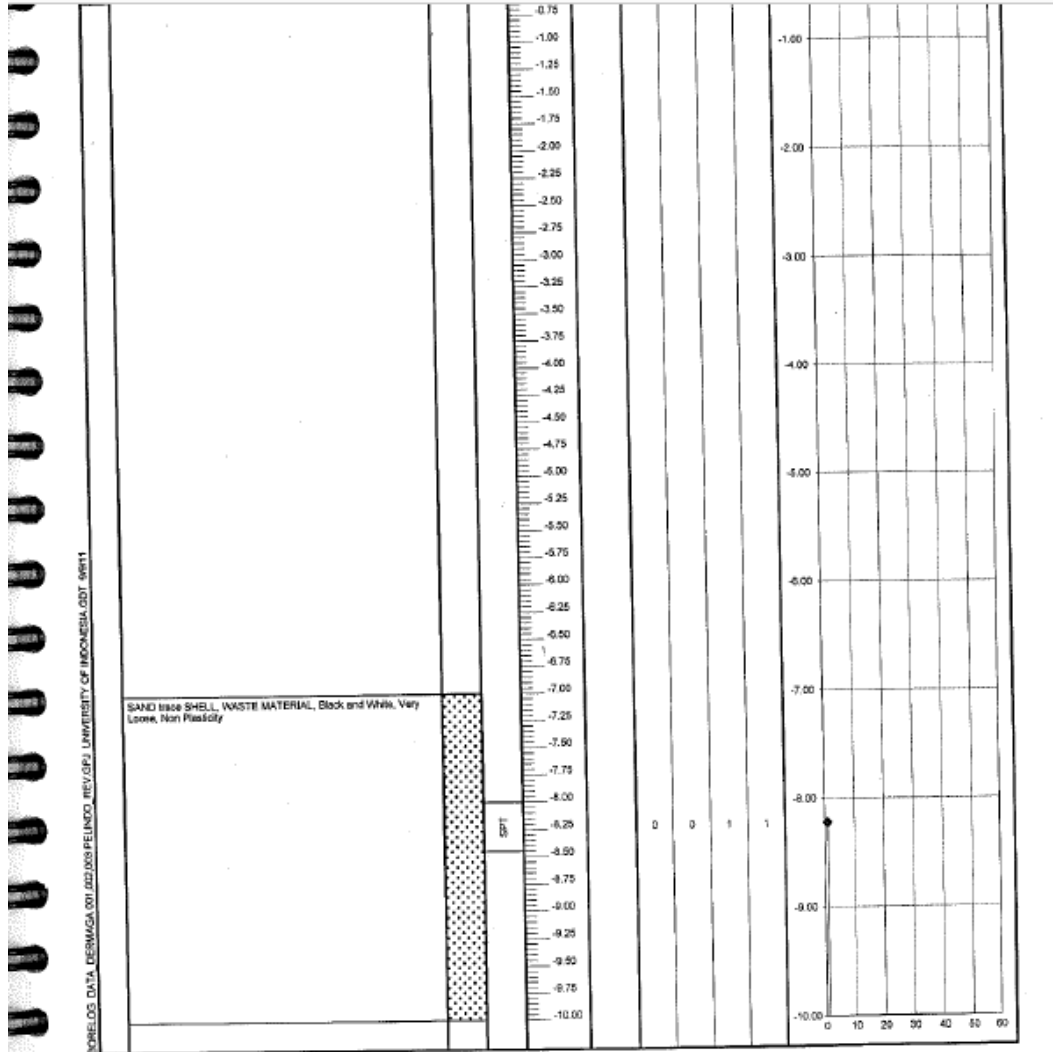
Dermaga 302		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	85,1491	
20	80,0994	1652,485
40	86,2376	1663,37
60	61,3707	1476,083
80	75,4983	1368,69
100	83,94	1594,383
120	111,2105	1951,505
140	124,8978	2361,083
160	124,144	2490,418
180	122,347	2464,91
200	122,4563	2448,033
220	142,6626	2651,189
240	127,6546	2703,172
246	125,4001	759,1641
Total		25584,485
Resiltation (%)		1279,22
Total Volume		26.863,71 m ³

9. Kolam Dermaga DKP

Dermaga DKP		
Station	Luas (m2)	Volume (m3)
0	0	
20	0	0
40	0	0
60	21,5325	215,325
80	88,2647	1097,972
100	105,6646	1939,293
120	119,1497	2248,143
140	115,1714	2343,211
160	122,0873	2372,587
180	174,0885	2961,758
200	168,1108	3421,993
220	122,1732	2902,84
235	122,2776	1833,381
Total		21336,503
Resiltation (%)		1066,83
Total Volume		22.403,33 m ³

Lampiran E

Bore Log Sebagai Dasar Pemilihan Kapal Keruk



BORELOG

PROJECT
PERLUATAN DERWAGA 001, 002, 003 & 004

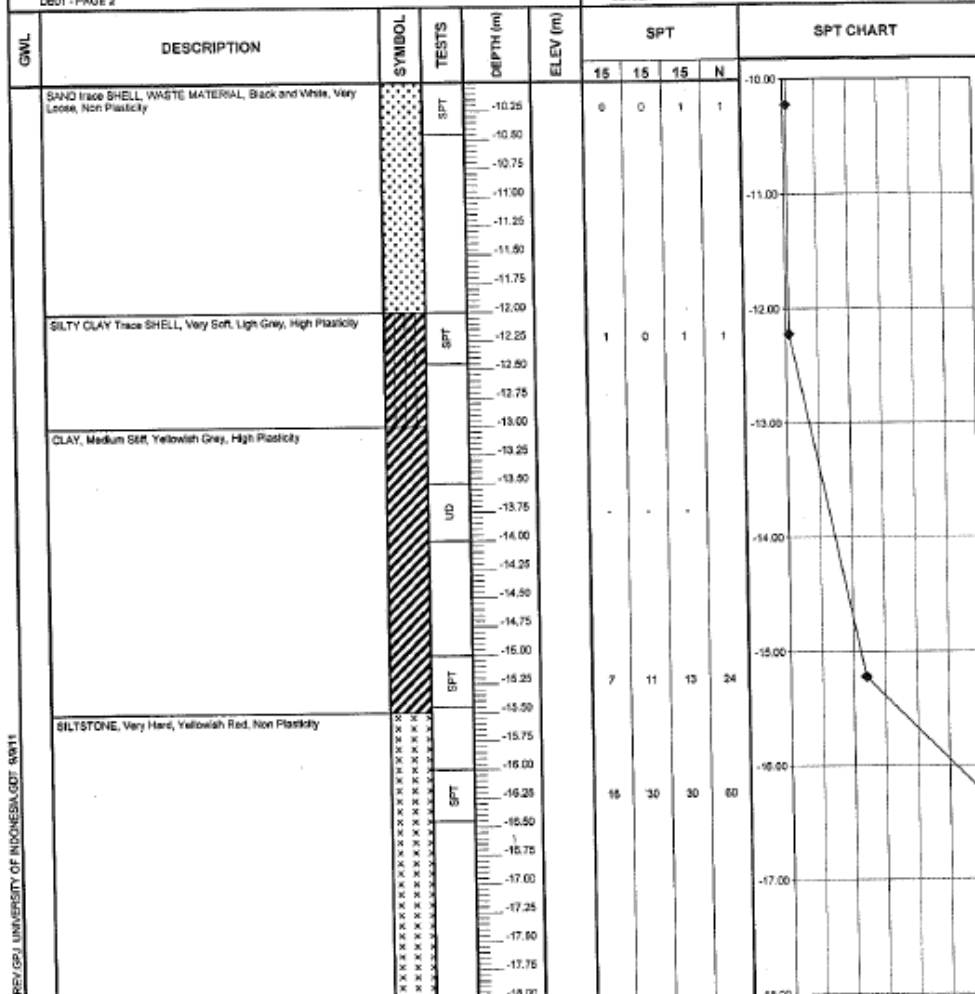
ELEVATION (m)
(from)

LOCATION
PELABUHAN TANJUNG PRIK

DATE
06/11/2011 - 13/08/2011

BOREHOLE NO.
DB01 - PAGE 2

TESTED BY
Sahudin

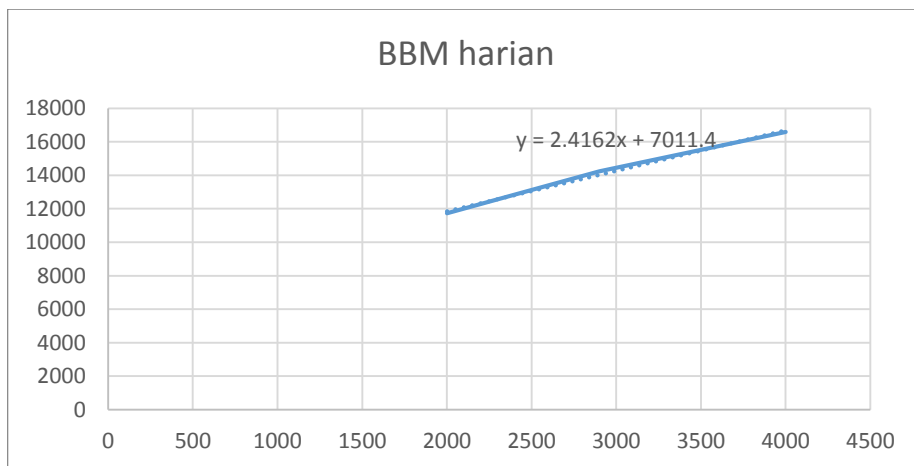


Lampiran F

Regresi Perhitungan Biaya Kapal Keruk

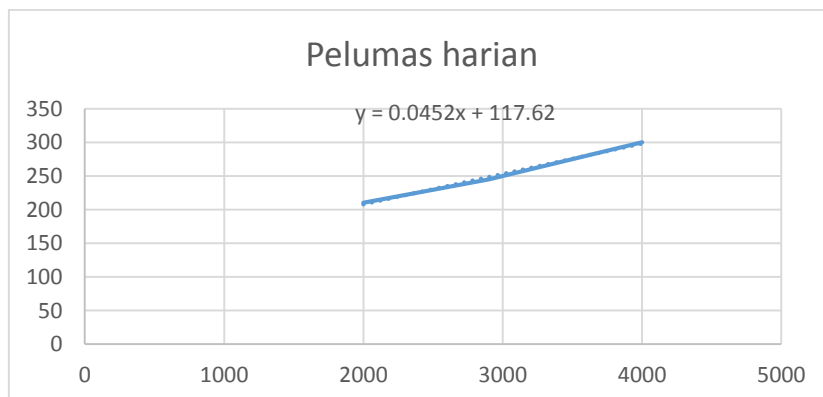
1. Kebutuhan Bahan Bakar

Kapasitas Kapal	BBM harian (litr)
2000	11730
2900	14225
4000	16583
3700 (TSHD A)	15951,34
4883 (TSHD B)	18809,7
5000 (TSHD C)	19092,4



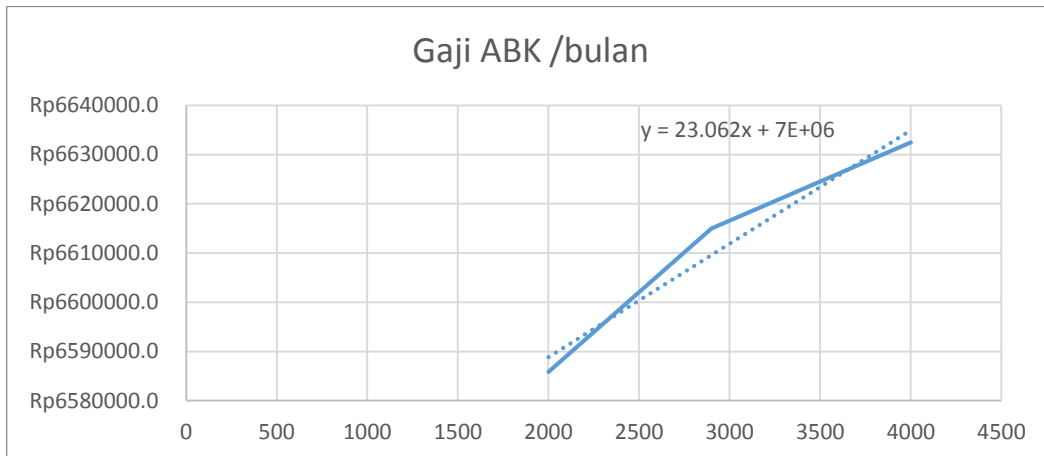
2. Kebutuhan Pelumas

Kapasitas Kapal	Pelumas harian (litr)
2000	210
2900	245
4000	300
3700 (TSHD A)	284,86
4883 (TSHD B)	338,3316
5000 (TSHD C)	343,62



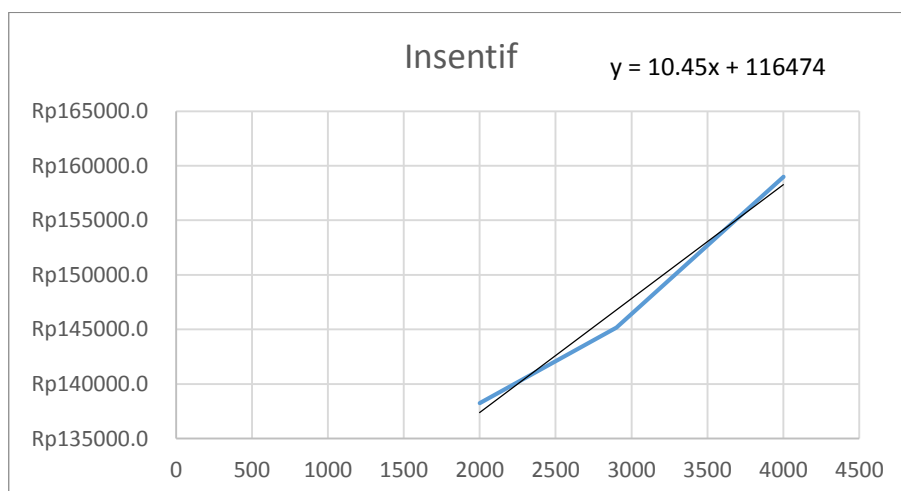
3. Gaji ABK

Kapasitas Kapal	Gaji ABK/ bulan	Gaji ABK/hari
2000	Rp 6.585.833	
2900	Rp 6.615.000	
4000	Rp 6.632.500	
3700 (TSHD A)	Rp 7.085.329	Rp 236.178
4883 (TSHD B)	Rp 7.112.612	Rp 237.087
5000 (TSHD C)	Rp 7.115.310	Rp 237.177



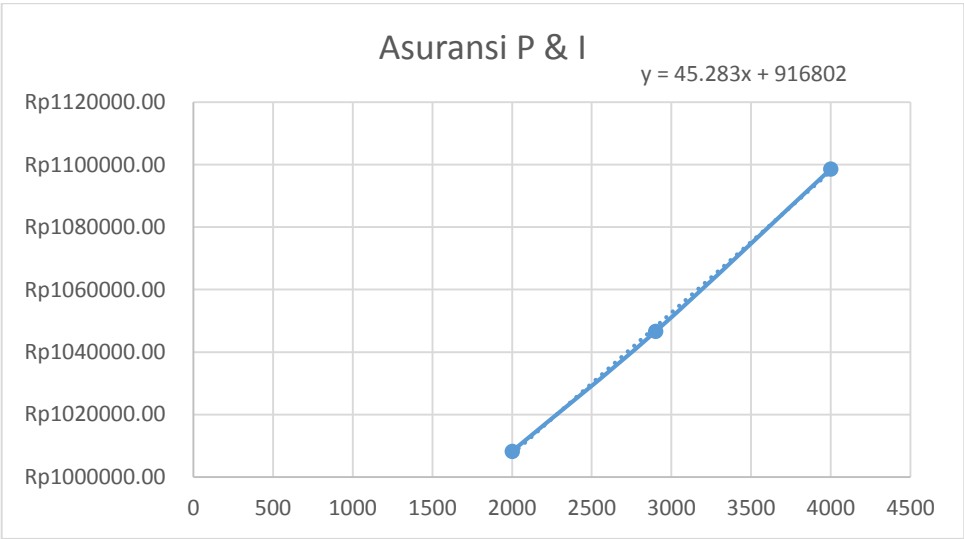
4. Insentif Keruk

Kapasitas Kapal	Insentif
2000	Rp 138.257
2900	Rp 145.170
4000	Rp 158.996
3700 (TSHD A)	Rp 155.139
4883 (TSHD B)	Rp 167.501
5000 (TSHD C)	Rp 168.724



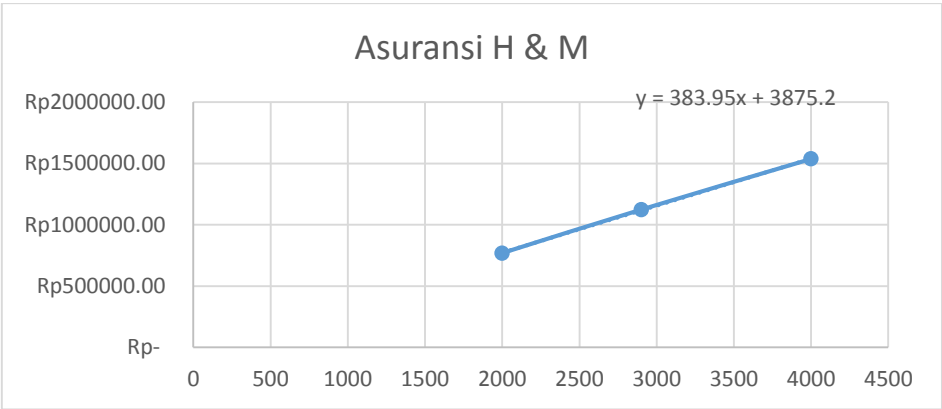
5. Asuransi P&I

Kapasitas Kapal	Asuransi P&I	
2000	Rp	1.008.219,2
2900	Rp	1.046.575,3
4000	Rp	1.098.630,1
3700 (TSHD A)	Rp	1.084.349,1
4883 (TSHD B)	Rp	1.137.918,9
5000 (TSHD C)	Rp	1.143.217,0



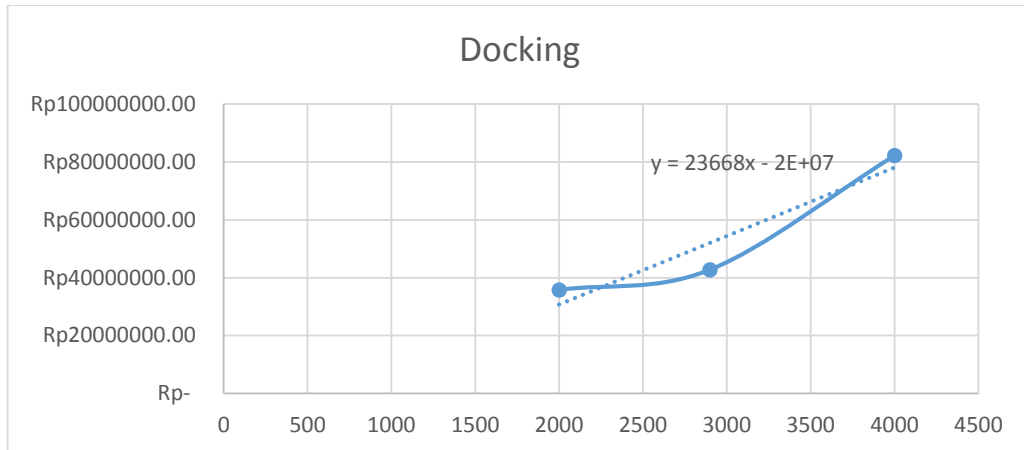
6. Asuransi H&M

Kapasitas Kapal	Asuransi H&M	
2000	Rp	768.493,2
2900	Rp	1.123.287,7
4000	Rp	1.536.986,3
3700 (TSHD A)	Rp	1.424.490,2
4883 (TSHD B)	Rp	1.878.703,1
5000 (TSHD C)	Rp	1.923.625,2



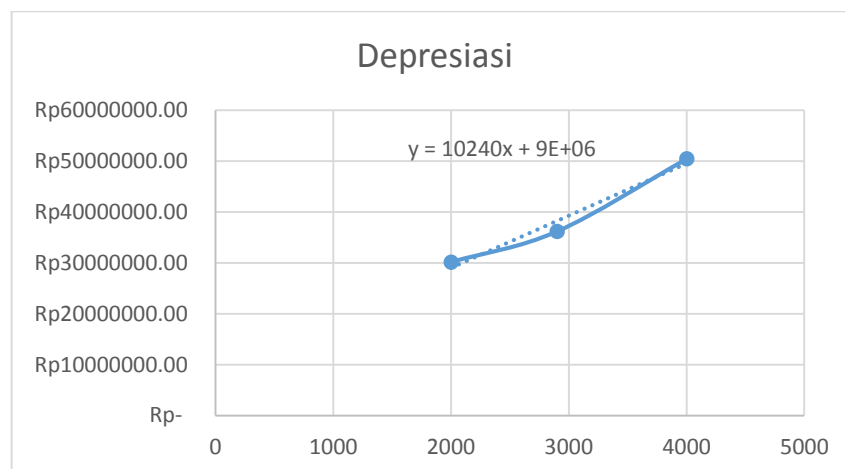
7. Perawatan / Docking

Kapasitas Kapal	Docking
2000	Rp 35.780.821,9
2900	Rp 42.739.726,0
4000	Rp 82.191.780,8
3700 (TSHD A)	Rp 67.571.600,0
4883 (TSHD B)	Rp 95.570.844,0
5000 (TSHD C)	Rp 98.340.000,0



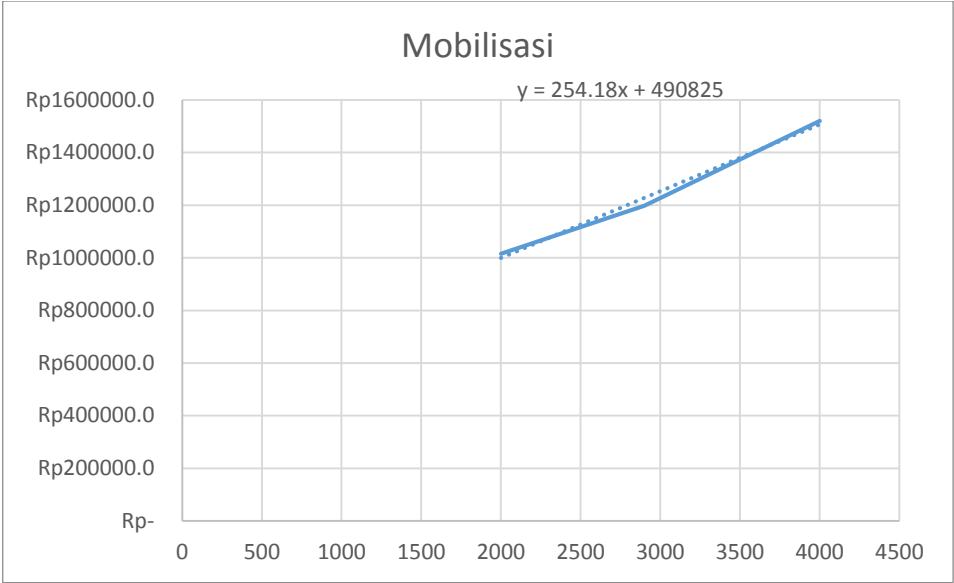
8. Depresiasi

Kapasitas Kapal	Depresiasi
2000	Rp 30.136.986,3
2900	Rp 36.164.383,6
4000	Rp 50.410.958,9
3700 (TSHD A)	Rp 46.888.000,0
4883 (TSHD B)	Rp 59.001.920,0
5000 (TSHD C)	Rp 60.200.000,0



9. Mobilisasi

Kapasitas Kapal	Mobilisasi
2000	Rp 1.015.500
2900	Rp 1.198.300
4000	Rp 1.520.900
3700 (TSHD A)	Rp 1.431.291
4883 (TSHD B)	Rp 1.731.986
5000 (TSHD C)	Rp 1.761.725



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, 8 November 1996. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Asy-Syukriah Tangerang, SDN Sukasari 4 Tangerang, SMPN 1 Tangerang dan SMAN 2 Tangerang. Setelah lulus dari SMAN 2 Tangerang, pada tahun 2014 penulis diterima menjadi mahasiswa Departemen Teknik Kelautan FTK ITS melalui jalur SNMPTN. Selama kuliah, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan organisasi dan kepanitiaan, diantaranya adalah staf perlengkapan PETROLIDA 2015, koordinator perlengkapan PETROLIDA 2016, staf perlengkapan OCEANO 2016, koordinator *Maritime Technology Exhibition* OCEANO 2017, staf divisi *membership* SPE ITS SC 2015/2016, dan kepala divisi internal SPE ITS SC 2016/2017. Penulis melakukan kerja praktek pada tahun 2017 di PT. Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok selama dua bulan.

Contact person : rezkifznsyh@gmail.com